



**TUGAS AKHIR - SS 141501**

**MODEL KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI JAWA  
TIMUR DENGAN PENDEKATAN PERSAMAAN  
SIMULTAN**

**KRISTINA ERNY LISNAWATY MANIK  
NRP 1314 105 017**

**Dosen Pembimbing  
Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D  
Dr. Ir. Setiawan, MS**

**PROGRAM STUDI S1  
JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**



**FINAL PROJECT - SS 141501**

# **MODELLING OF ELECTRIC ENERGY NEEDS IN EAST JAVA WITH SIMULTANEOUS EQUATIONS APPROACH**

**KRISTINA ERNY LISNAWATY MANIK  
NRP 1314 105 017**

**Supervisor  
Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D  
Dr.Ir Setiawan, MS**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MODEL KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI JAWA  
TIMUR DENGAN PENDEKATAN PERSAMAAN  
SIMULTAN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada**

**Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**KRISTINA ERNY LISNAWATY MANIK  
NRP. 1314 105 017**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:**

**Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D**

**NIP. 19750115 199903 2 003**

**Dr. Ir. Setiawan, M.S**

**NIP. 19601030 198701 1 001**

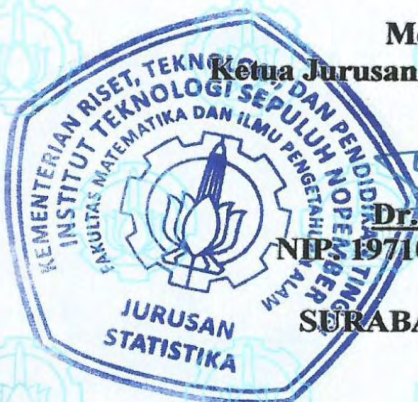
**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**

**Dr. Suhartono**

**NIP. 19710929 199512 1 001**

**<sup>26</sup>  
SURABAYA, JULI 2016**



# MODEL KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN PERSAMAAN SIMULTAN

**Nama Mahasiswa** : Kristina Erny Lisnawaty Manik  
**NRP** : 1314105017  
**Jurusan** : Statistika  
**Dosen Pembimbing** : Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D  
**Co-Pembimbing** : Dr.Ir Setiawan, MS

## Abstrak

*Energi listrik memegang peranan yang penting dalam ekonomi suatu negara ataupun daerah. Jika kebutuhan listrik yang diminta oleh pelanggan tidak diramalkan maka dapat mempengaruhi kesiapan dari unit pembangkit untuk menyediakan pasokan listrik. Penelitian ini bertujuan mendapatkan karakteristik model kebutuhan listrik yang mencakup nilai produksi dan jumlah pelanggan listrik di Jawa Timur dengan estimasi Three Stage Least Square (3SLS). Hasil karakteristik menunjukkan selama periode 2003-2014 produksi energi listrik di Jawa Timur semakin meningkat dan terus mengalami peningkatan baik dari segi jumlah pelanggan, konsumsi, daya terpasang, dan produksi listrik di Jawa Timur. Variabel produksi listrik, konsumsi listrik, dan daya terpasang secara signifikan dipengaruhi oleh variabel jumlah pelanggan dan PDRB. Dan variabel jumlah pelanggan dipengaruhi oleh variabel produksi listrik dan PDRB pada taraf signifikansi 10%. Secara keseluruhan variabel PDRB menjadi variabel yang berpengaruh terhadap model produksi listrik, konsumsi listrik, daya terpasang, dan jumlah pelanggan.*

**Kata Kunci:** 3SLS, Listrik, Regresi, Simultan

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# MODELLING OF ELECTRIC ENERGY NEEDS IN EAST JAVA WITH SIMULTANEOUS EQUATIONS APPROACH

**Name** : Kristina Erny Lisnawaty Manik  
**NRP** : 1314105017  
**Department** : Statistics  
**Supervisor** : Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D  
**Second-Supervisor** : Dr.Ir Setiawan, MS

## Abstract

*Electrical energy has an important role in the economy of a country or region. If the demand for electricity demanded by customers are not predictable, it can affect the readiness of generating units to provide power supply. This study aims to get a model that includes the value of the electricity needs of production and the number of electricity customers in East Java with an estimated Three Stage Least Square (3SLS). Results show that during 2003-2014 the characteristics of electrical energy production in East Java has increased and continues to increase both in terms of number of customers, consumption, installed power and electricity production in East Java. Variable power production, power consumption, and the installed power is significantly influenced by a variable number of customers and the GDP. And variable, the number of customers affected by the variable power production and the GDP at 10% significance level. Overall the GDP variables into variables influencing the model of electricity production, electricity consumption, installed power, and the number of customers.*

**Keywords:** 3SLS, Electricity, Regression, Simultaneous

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TITLE PAGE</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	7
<b>BAB II TIJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1. Statistika Deskriptif.....	9
2.2. Analisis Regresi.....	10
2.3. Persamaan Simultan .....	11
2.3.1. Identifikasi Model.....	16
2.3.2. Kondisi Rank.....	16
2.3.3. Estimasi Persamaan Simultan.....	20
2.3.3.1. <i>Two Stage Least Square</i> .....	20
2.3.3.2. <i>Three Stage Least Square</i> .....	21
2.3.4. Deteksi Pelanggaran Asumsi Klasik.....	23
2.3.5. Koefisien Determinasi.....	28



## Halaman

2.4. Produksi Listrik .....	28
2.5. Kapasitas Daya Terpasang .....	29
2.6. PDRB.....	29
2.7. Jumlah Penduduk Dan Jumlah Pelanggan.....	29
2.8. Konsumsi Listrik Dan Jam Nyala.....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian.....	31
3.2 Spesifikasi Model dan Konsep Ekonomi Model .....	32
3.3 Langkah Analisis .....	33
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Karakteristik Daerah Dan Gambaran Umum Jawa Timur Terhadap Variabel-Variabel Kebutuhan dan Produksi Listrik.....	37
4.1.1 Analisis Karakteristik Variabel-variabel Model kebutuhan Energi Listrik Di Jawa Timur .....	40
4.2 Pola Hubungan Antar Variabel .....	41
4.2.1. Pola Hubungan Antara Produksi Listrik Dengan, Jumlah Pelanggan, Konsumsi Listrik, Daya Terpasang dan PDRB.....	42
4.2.2. Pola Hubungan Antara Konsumsi Listrik Dengan Jam Nyala, Jumlah Pelanggan, dan PDRB.....	42
4.2.3. Pola Hubungan Antara Jumlah Pelanggan Dengan Daya Terpasang, Produksi Listrik, PDRB, dan Jumlah Penduduk .....	43

4.2.4. Pola Hubungan Antara Daya Terpasang Dengan Konsumsi Listrik, Jumlah Pelanggan Dan PDRB,.....	44
4.3. Deteksi Multikolinieritas .....	45
4.4 Persamaan Simultan Model Produksi Listrik .....	46
4.4.1. Hasil Estimasi Model Produksi Listrik Jawa Timur, .....	47
4.4.2. Hasil Deteksi Asumsi Klasik .....	50
4.4.3. Koefisien Determinasi .....	52
4.4.4. Interpretasi, Evaluasi, dan Ramalan Model Produksi Listrik Jawa Timur .....	52
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>63</b>

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Metode Penelitian .....	34
<b>Gambar 4.1</b> Jumlah Penduduk Jawa Timur .....	37
<b>Gambar 4.2</b> Jumlah Pelanggan Listrik Jawa Timur .....	38
<b>Gambar 4.3</b> Konsumsi Dan Produksi Listrik Jawa Timur .....	39
<b>Gambar 4.4</b> Pertumbuhan Ekonomi Jawa Timur .....	39
<b>Gambar 4.5</b> Pola Hubungan Produksi Listrik .....	43
<b>Gambar 4.6</b> Pola Hubungan Konsumsi Listrik .....	43
<b>Gambar 4.7</b> Pola Hubungan Jumlah Pelanggan .....	44
<b>Gambar 4.8</b> Pola Hubungan Daya Terpasang .....	45
<b>Gambar 4.9</b> Plot ACF Residual .....	51
<b>Gambar 4.10</b> Nilai Ramalan dan Aktual Produksi Listrik .....	55
<b>Gambar 4.11</b> Nilai Ramalan dan Aktual Jumlah Pelanggan Listrik .....	57

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Parameter-Parameter Struktural.....	17
<b>Tabel 2.2</b> Kondisi Ordo .....	17
<b>Tabel 2.3</b> Langkah Kondisi Rank .....	19
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian .....	31
<b>Tabel 3.2</b> Defenisi Operasional .....	32
<b>Tabel 4.1</b> KarakteristikVariabel-Variabel Model Kebutuhan Listrik.....	40
<b>Tabel 4.2</b> Identifikasi Persamaan Simultan Dengan Order Condition.....	46
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Dugaan Parameter Metode 2SLS dan 3SLS .....	47
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Estimasi Persamaan Struktural Produksi Listrik (Pwd) Dengan 3SLS .....	48
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Estimasi Persamaan Struktural Konsumsi Listrik (Cons) Dengan 3SLS .....	49
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Estimasi Persamaan Struktural Jumlah Pelanggan Listrik (Cust) Dengan 3SLS.....	49
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Estimasi Persamaan Struktural Daya Terpasang Listrik (DT) Dengan 3SLS .....	49
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Uji Kolmogrov Smirnov .....	50
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Uji Glejser .....	51
<b>Tabel 4.10</b> Koefisien Determinasi .....	52
<b>Tabel 4.11</b> Nilai <i>Insample</i> Data Aktual dan Hasil Peramalan Model Produksi Listrik.....	55
<b>Tabel 4.12</b> Nilai <i>Insample</i> Data Aktual dan Hasil Peramalan Model Jumlah Pelanggan .....	56

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Penelitian .....	63
<b>Lampiran 2</b> Hasil Estimasi 2SLS.....	64
<b>Lampiran 3</b> Hasil Estimasi 3SLS.....	66
<b>Lampiran 4</b> Deteksi Asumsi Residual Identik.....	68
<b>Lampiran 5</b> Koefisien Determinasi.....	69



*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok. Hampir semua kegiatan, baik rumah tangga, industri, dunia usaha, dan ruang publik seperti jalan raya membutuhkan energi listrik. Energi listrik memegang peranan yang besar dalam pengembangan ekonomi nasional, bahkan sering energi listrik itu dianggap sebagai darah kehidupan ekonomi. Energi ini mampu membantu dalam memenuhi kebutuhan manusia, baik dalam bidang industri atau kebutuhan dalam rumah tangga. Karena itulah, kebutuhan energi listrik dari waktu ke waktu terus meningkat. Oleh karena itu disadari baik oleh negara-negara maju maupun negara-negara berkembang bahwa pembangunan infrastruktur dalam penyediaan energi secara tepat dan berdaya guna tinggi merupakan syarat mutlak untuk meningkatkan kegiatan ekonomi.

Provinsi Jawa Timur sebagai provinsi yang berpenduduk 37.476.757 jiwa dan memiliki luas wilayah 47.922 km<sup>2</sup> yang terbagi dalam 33 Kabupaten/Kota. Dari data PT. PLN Distribusi Jawa Timur diketahui jumlah penjualan daya listrik pada triwulan I 2015 mencapai 7.456.909 MWH, dengan catatan jumlah penjualan daya listrik terbesar berasal dari sektor industri yaitu mencapai 43,42 persen terhadap total penjualan daya listrik di Jawa Timur. Sedangkan total pelanggannya mencapai 9.758.366. dengan catatan, jumlah pelanggan terbanyak berasal dari sektor perumahan/rumah tangga. Dari data diatas diketahui bahwa setiap tahunnya terjadi peningkatan terhadap kebutuhan energi listrik di Provinsi Jawa Timur dan tidak terlepas dari provinsi dengan jumlah penduduk terpadat kedua di Indonesia.

Terlepas dari itu kebutuhan listrik masyarakat di setiap daerah berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan struktur wilayah dan kebutuhan untuk mendukung aktivitas

perekonomian disuatu daerah. Hal ini juga tidak terlepas dari jumlah penduduk di suatu negara atau wilayah. Berdasarkan data jumlah penduduk dari *CIA (Central Intelligence Agency) World Factbook* bulan Juli tahun 2015, Indonesia merupakan penduduk dengan populasi terpadat ke empat dunia yaitu 255.993.674 jiwa setelah China (1.367.485.388 jiwa), India (1.251.695.584 jiwa), dan Amerika Serikat (321.368.864 jiwa). Pada tahun 2050, jumlah penduduk Indonesia akan diperkirakan lebih dari 300 juta jiwa. Pulau Jawa dengan penduduk terbanyak di Indonesia mencakup sekitar enam puluh persen (60%) dari total populasi Indonesia. Jika digabungkan dengan pulau Sumatera, jumlahnya menjadi 80 persen (80%) total populasi. Ini adalah indikasi bahwa konsentrasi populasi terpenting berada di wilayah barat Indonesia. Propinsi paling padat adalah Jawa Barat (lebih dari 43 juta penduduk), disusul Jawa Tengah (37,5 juta penduduk), Sumatera Utara (13,0 juta penduduk), Banten (10,6 juta penduduk). Sementara populasi paling lengang adalah propinsi Papua Barat di wilayah Indonesia Timur (dengan populasi hanya sekitar 761,000 jiwa).

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam melihat kebutuhan konsumsi listrik. Penelitian dilakukan oleh Muchlis dan Permana (2003) mengenai proyeksi kebutuhan listrik PLN tahun 2003 sampai dengan 2020. Penelitian meliputi 4 sektor pelanggan PLN yaitu sektor rumah tangga, industri, komersial, dan sektor umum. Hasil dari penelitian tersebut bahwa dari 22 daerah penjualan PLN yang tersebar secara nasional, kebutuhan listrik terbesar berada di wilayah Jamali karena populasi Jamali adalah sekitar 60% dari penduduk Indonesia dengan pangsa sebesar 80% dari total kebutuhan listrik nasional pada tahun 2003. Kebutuhan listrik terbesar adalah sektor industri, disusul sektor rumah tangga, usaha, dan umum.

Menurut Nugroho (2009), kebutuhan tenaga listrik dipengaruhi besarnya aktivitas dan intensitas penggunaan tenaga listrik. Pertumbuhan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan pemicu pertumbuhan aktivitas penggunaan

tenaga listrik. Data pengusaha tenaga listrik meliputi data jumlah pelanggan, daya tersambung, energi terjual dan jumlah penduduk serta jumlah rumah tangga dari pelanggan rumah tangga, bisnis, industri, dan umum.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wahyuni (2005) dengan pendekatan model ekonometrika tentang kebutuhan energi listrik periode 2005-2015 dan daya terpasang per sektor pelanggan di wilayah Malang. Diah membagi pengamatan terhadap 4 sektor pelanggan yaitu rumah tangga, komersial, publik, dan industri. Hasil dari pengamatan tersebut menunjukkan bahwa laju pertumbuhan kebutuhan energi listrik disetiap sektor mengalami kenaikan rata-rata untuk rumah tangga 3,76% pertahun, komersial 11,01% pertahun, publik 12,62% pertahun, dan industri 2,05% pertahun. Kenaikan tersebut mengikuti kenaikan daya terpasang persektor, PDRB persektor, dan jumlah pelanggan. Sedangkan untuk daya terpasang mengalami kenaikan rata-rata adalah sektor rumah tangga 4,46% pertahun, komersial 13,64% pertahun, publik 6,22% pertahun, dan industri 1,72% pertahun.

Fitrianto (2006) melakukan penelitian tentang kebutuhan energi listrik tahun 2006-2015 pada PT.PLN UPJ Wilayah Kota Semarang menggunakan Metode Gabungan. Dalam penelitiannya Kurniawan Fitrianto mengkategorikan pelanggan kedalam 4 sektor yaitu rumah tangga, bisnis, umum dan industri. Dengan menggunakan variabel jumlah pelanggan persektor, daya tersambung persektor, PDRB, rasio elektrifikasi, dan konsumsi rata-rata persektor sebagai variabel yang diuji untuk masing-masing sektor pelanggan PLN. Hasil dari penelitiannya memperlihatkan bahwa konsumsi energi sektor umum akan berkembang lebih tinggi dibandingkan sektor lainnya.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Kuncoro dan Salimy (2011) dengan program MAED mengenai studi proyeksi permintaan energi jangka panjang (2008-2020) untuk wilayah Indonesia. Data yang dibutuhkan dalam model MAED yaitu perubahan faktor sosial, ekonomi, dan penggunaan teknologi

yang berpengaruh terhadap gaya hidup, intensitas energi, dan aktivitas. Permintaan energi dibedakan kedalam 4 sektor meliputi sektor industri, rumah tangga, komersial, dan sektor transportasi. Dari hasil studi menunjukkan bahwa total permintaan energi nasional diperkirakan meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 5,6% pertahun dari 134,91 GWhyr pada tahun 2008 menjadi 1.086,97 GWhyr pada tahun 2050. Wilayah Jawa-Bali diperkirakan masih merupakan wilayah dengan tingkat permintaan energi terbesar. Sampai tahun 2050, sektor industri diperkirakan masih mendominasi permintaan energi nasional, diikuti oleh transportasi, rumah tangga, dan komersial.

Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan diatas memiliki kesamaan pada variabel yang diteliti untuk melihat nilai konsumsi energi listrik berdasarkan masing-masing sektor. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik ini tentunya harus diantisipasi dengan menyediakan sistem kelistrikan yang lebih memadai baik jumlah maupun kualitasnya di masa-masa yang akan datang. Namun pembangunan dan pengembangan sistem ketenagalistrikan membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Karenanya pembangunan dan pengembangan sistem ketenagalistrikan harus direncanakan dengan hati-hati, dan jika tidak akan mengakibatkan resiko modal maupun operasional yang besar.

Jika daya listrik yang diminta oleh pelanggan tidak diramalkan maka dapat mempengaruhi kesiapan dari unit pembangkit untuk menyediakan pasokan listrik kepada konsumen. Peramalan energi listrik dalam jangka panjang merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui tingkat kebutuhan konsumen diregulasi energi saat ini. Tanpa data mengenai besar beban energi listrik yang dibutuhkan di masa yang akan datang, penjadwalan (pengaturan beban energi listrik) tidak akan efektif. Dengan diketahuinya perkiraan kebutuhan listrik jangka panjang akan dapat ditentukan jenis dan perkiraan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan selama kurun waktu tersebut.

Dinamika konsumsi energi listrik juga dapat digunakan sebagai indikator kecenderungan kemana perkembangan dari sektor atau daerah tersebut bergerak. Faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya pemakaian energi listrik yaitu pertumbuhan penduduk yang terus meningkat sehingga timbulnya kebutuhan baru energi listrik. Permintaan akan energi listrik juga meningkat karena adanya penambahan daya dari pemakaian yang ada. Selain itu meningkatnya jumlah industri yang lebih banyak menggunakan peralatan tenaga listrik. Semakin meningkatnya kebutuhan akan energi listrik tentunya harus diantisipasi dengan memberi gambaran besarnya pasokan listrik dalam pemenuhan kebutuhan listrik. Hal tersebut membutuhkan suatu model yang cukup kompleks untuk melihat hubungan antara indikator tersebut. Diperlukan persamaan simultan untuk melihat keterkaitan antar variabel yang saling mempengaruhi tidak cukup dengan hanya persamaan tunggal.

Permasalahan produksi energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dalam beberapa kasus tidak cukup dijelaskan dengan persamaan tunggal namun terhubung dengan persamaan lainnya. Hubungan yang saling mempengaruhi tersebut dapat terangkum dalam suatu sistem persamaan dimana satu persamaan akan bergantung kepada persamaan lainnya. Model persamaan simultan dapat digunakan untuk memberikan informasi yang lengkap mengenai keterkaitan antar beberapa persamaan ini.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Mengingat permintaan akan energi listrik baik di daerah perkotaan maupun di pedesaan mengalami peningkatan maka akan dilakukan mengenai faktor-faktor yang secara umum mempengaruhi permintaan energi listrik di berbagai sektor pengguna listrik. Pola pertumbuhan kebutuhan listrik mungkin mengikuti suatu pola atau trend tertentu. Semakin banyaknya penduduk mendorong persediaan energi listrik yang lebih besar, karena semakin besar juga kebutuhan hidup yang diperlukan,

dan kebutuhan akan energi listrik menjadi salah satu kebutuhan utama di masyarakat. Disisi lain kegiatan produksi jenis apapun yang diperlukan akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut dan dapat meningkatkan konsumsi atau kebutuhan energi listrik karena energi listrik merupakan salah satu input utama dalam proses produksi. Dengan mengacu pada permasalahan di atas, maka perumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik penggunaan energi listrik di Jawa Timur
2. Bagaimana estimasi *Three Stage Least Square* (3SLS) pada persamaan simultan untuk pemodelan produksi energi listrik dan jumlah pelanggan listrik di Jawa Timur.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik penggunaan energi listrik di Jawa Timur.
2. Memperoleh estimasi *Three Stage Least Square* (3SLS) pada persamaan simultan faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap produksi energi listrik di Jawa Timur.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Sebagai wawasan penerapan metode simultan menggunakan estimasi 2SLS dan 3SLS.
2. Hasil dari prakiraan produksi energi listrik ini akan dijadikan informasi bagi pembuat kebijakan (PLN dan pihak-pihak yang terkait) dengan menentukan sistem ketenagalistrikan untuk mensuplai dan dapat menjamin ketersediaan tenaga listrik dimasa mendatang dan sebagai sumber informasi yang bisa menjadi bahan pertimbangan dan pemikiran bagi

lembaga pemerintahan yang bersangkutan dalam mengambil keputusan atau kebijaksanaan yang berkaitan dengan listrik.

### **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini banyak permasalahan yang terkait disertai dengan keterbatasan waktu dan data yang tersedia. Maka diberi batasan dengan periode amatan dari Tahun 2003-2014.



*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai konsep dan teori dari metode yang digunakan untuk melakukan analisis dalam menjawab masalah dalam kasus kebutuhan listrik di Jawa Timur. Metode yang digunakan yaitu penggambaran karakteristik daerah dan gambaran umum Jawa Timur dalam produksi dan konsumsi listrik, *Ordinary Least Square* (OLS), pemodelan persamaan simultan 3SLS, pengdeteksian asumsi, interpretasi dan evaluasi. Pembahasan mengenai konsep dan teori yang digunakan dalam analisis disajikan sebagai berikut.

#### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistik deskriptif merupakan fase statistika dimana hanya berusaha melukiskan dan menganalisis kelompok yang diberikan tanpa membuat atau menarik kesimpulan (Sudjana, 1996).

Ukuran pemusatan suatu data dapat diukur dengan *mean* dan *median*. *Mean* adalah rata-rata dari sekumpulan  $n$  pengamatan  $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  yang dinotasikan dengan  $\bar{x}$ . Mean sampel diberikan sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

*Median* adalah nilai dalam suatu himpunan data yang membagi data kedalam dua bagian ukuran yang sama. Cara menghitung median adalah dengan mengurutkan data dari nilai yang terkecil hingga yang terbesar dan diambil nilai tengahnya. Bila  $n$  merupakan nilai genap maka ada dua nilai tengah dan mediannya merupakan rata-rata dari kedua nilai tersebut.

Keragaman data atau variasi dapat dilihat dari nilai varians dan standard deviasi. Varians adalah:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.2)$$

Standard deviasi adalah akar dari varians

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

Dengan statistik deskriptif dapat diketahui karakteristik kebutuhan energi listrik atas jumlah pelanggan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

## 2.2 Analisis Regresi

Hubungan antara satu variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen dapat dinyatakan dalam model regresi linier (Draper dan Smith, 1992). Salah satu metode yang sering digunakan dalam analisis regresi yaitu *Ordinary Least Square* (OLS). Secara umum hubungan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + u \quad (2.4)$$

dimana  $Y$  variabel dependen,  $X_1, X_2, \dots, X_k$  variabel independen,  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  adalah parameter yang tidak diketahui, dan  $u$  adalah *error* regresi. Jika dilakukan pengamatan sebanyak  $n$ , maka model untuk pengamatan ke- $i$  adalah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad i=1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

Model (2.5) jika dinyatakan dalam bentuk vektor dan matriks yaitu:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (2.6)$$

Dimana  $\mathbf{y}$  vektor berukuran  $n \times 1$ ,  $\mathbf{X}$  ialah matrik yang berukuran  $n \times (k+1)$ ,  $\boldsymbol{\beta}$  vektor berukuran  $(k+1) \times 1$ , dan  $\mathbf{u}$  vektor berukuran  $n \times 1$ .

Estimasi regresi linier dilakukan menggunakan metode least square sebagai berikut.

$$\hat{\beta} = [\hat{X}'\hat{X}]^{-1} \hat{X}'y \quad (2.7)$$

Untuk melihat bagaimanakah pengaruh semua variabel prediktornya secara bersama-sama terhadap variabel responnya digunakan uji serentak atau Uji F. Uji F dapat dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan F tabel, Jika F hitung > dari F tabel, ( $H_0$  ditolak  $H_a$  diterima) maka model signifikan. Dan sebaliknya. jika F hitung < F tabel ( $\alpha; k, n-k-1$ ), dimana k adalah jumlah parameter estimasi termasuk intersep dan n adalah jumlah observasi. Dengan rumus Uji F:

$$F = \frac{SSE / (k)}{SSR / (n - k - 1)}$$

Uji t atau uji parsial, menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel prediktornya terhadap variabel responnya. Uji ini dilakukan dengan membandingkan t hitung dengan t tabel (1. Jika nilai t hitung > t tabel maka  $H_0$  ditolak berarti variabel prediktor signifikan terhadap variabel respon. Dimana rumus t hitung:

$$t = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Dalam penelitian ini untuk menguji signifikansi digunakan nilai *p-value*. Definisi *p-value* adalah tingkat keberartian terkecil sehingga nilai suatu uji statistik yang sedang diamati masih berarti.

### 2.3 Persamaan Simultan

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, penelitian ini menggunakan persamaan simultan. Model persamaan simultan adalah suatu model yang mengandung lebih dari satu persamaan yang saling mempengaruhi. Ciri khas dari model persamaan simultan adalah variabel tak bebas dalam suatu persamaan muncul sebagai variabel yang menjelaskan dalam persamaan lain

dalam model. Dalam model ini, sejumlah persamaan membentuk suatu sistem persamaan yang menggambarkan ketergantungan diantara berbagai variabel dalam persamaan-persamaan tersebut. Persamaan simultan digunakan sebagai solusi atas permasalahan dalam kasus ekonomi dimana satu variabel berkaitan dengan satu atas beberapa variabel lain yang memiliki hubungan dua arah. Dalam persamaan simultan variabel dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu variabel endogen dan variabel eksogen. Variabel endogen merupakan variabel yang nilainya ditentukan didalam model, sedangkan variabel eksogen merupakan variabel yang nilainya ditentukan dari luar model. Secara umum bentuk *structural form* persamaan simultan sebanyak G variabel dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_{1t}\alpha_{11} + Y_{2t}\alpha_{12} + \dots + Y_{Gt}\alpha_{1G} + X_{1t}\beta_{11} + X_{2t}\beta_{11} + \dots + X_{Kt}\beta_{1K} &= \varepsilon_{1t} \\ Y_{1t}\alpha_{12} + Y_{2t}\alpha_{22} + \dots + Y_{Gt}\alpha_{2G} + X_{1t}\beta_{21} + X_{2t}\beta_{22} + \dots + X_{Kt}\beta_{2K} &= \varepsilon_{2t} \\ \vdots & \\ \vdots & \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$Y_{1t}\alpha_{G2} + Y_{2t}\alpha_{G2} + \dots + Y_{Gt}\alpha_{GG} + X_{1t}\beta_{G1} + X_{2t}\beta_{G2} + \dots + X_{Kt}\beta_{GK} = \varepsilon_{Gt}$$

dimana  $\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \dots, \varepsilon_{Gt}$ , adalah *stochastic error terms*,  $\alpha_{ij}$  adalah koefisien variabel-variabel endogen dengan  $i=1,2,\dots,G$  dan  $j=1,2,\dots,G$ ,  $\beta_{ik}$  adalah nilai-nilai koefisien variabel-variabel bebas dengan  $K=1,2,\dots,K$  dan  $t=1,2,\dots,T$ . Dalam bentuk matrik persamaan (2.8) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1G} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2G} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \alpha_{G1} & \alpha_{G2} & \dots & \alpha_{GG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{Gt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1G} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2G} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \beta_{G1} & \beta_{G2} & \dots & \beta_{GG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ \vdots \\ X_{Gt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{Gt} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

atau dapat ditulis dengan:

$$\mathbf{y}\alpha + \mathbf{x}\beta = \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad t=1,2,\dots,T \quad (2.10)$$

$\alpha$  adalah matrik koefisien  $\alpha$  dengan ukuran  $G \times G$ ,  $B$  adalah matrik koefisien  $\beta$  yang berukuran  $G \times K$ ,  $y_t$  merupakan vektor variabel endogen yang berukuran  $G \times 1$  untuk waktu  $t$ ,  $X_t$  merupakan vektor variabel bebas independen yang berukuran  $K \times 1$  untuk waktu  $t$ ,  $\varepsilon_t$  adalah vektor berukuran  $G \times 1$  dan *structural disturbance* untuk waktu  $t$ .

Asumsi yang mendasari *structural disturbance* adalah asumsi model klasik normal linier yaitu:

$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{it})$  untuk semua  $t$ , dan  $i = 1, 2, \dots, G$  dimana

$$\sigma_{it} = \text{var}(\varepsilon_{it})$$

$$E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{id}) = 0 \text{ untuk } t \neq d, i = 1, 2, \dots, G$$

$$E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) = 0 \text{ untuk semua } t \text{ dan } j = 1, 2, \dots, G \text{ dimana}$$

$$\sigma_{ij} = \text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt})$$

Dalam bentuk matrik sebagai berikut.

$$\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma) \text{ dengan } E(\varepsilon_t \varepsilon_t') =$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1G} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2G} \\ \vdots & & & \\ \sigma_{G1} & \sigma_{G2} & \cdots & \sigma_{GG} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$\Sigma$  adalah matrik varian kovarian dari *distrubances*.

Penyelesaian untuk model (2.8) dapat dilakukan dengan model *reduced form* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Y_{1t} &= \alpha_{11}X_{1t} + \alpha_{12}X_{2t} + \dots + \alpha_{1K}X_{K1} + u_{1t} \\
Y_{2t} &= \alpha_{21}X_{1t} + \alpha_{22}X_{2t} + \dots + \alpha_{2K}X_{K2} + u_{2t} \\
&\vdots \\
&\vdots \\
Y_{Gt} &= \alpha_{G1}X_{1t} + \alpha_{G2}X_{2t} + \dots + \alpha_{GK}X_{K1} + u_{Gt}
\end{aligned} \tag{2.12}$$

Dimana  $\gamma$  adalah *reduced form coefficients* dan  $u$  adalah *distrubances reduced form*. *Reduced form coefficients* menunjukkan akibat pada nilai *equilibrium* pada variabel endogen dari sebuah perubahan pada variabel eksogen yang terkait setelah semua hubungan antar variabel ditempatkan. Persamaan (2.12) merupakan reduksi dari persamaan (2.8) dengan saling mensubstitusi persamaan (2.8) akan diperoleh persamaan (2.12) Persamaan (2.12) jika ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{Gt} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \cdots & \alpha_{1K} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \cdots & \alpha_{2K} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \alpha_{G1} & \alpha_{G2} & \cdots & \alpha_{GK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ \vdots \\ X_{Kt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_{1t} \\ v_{2t} \\ \vdots \\ v_{Gt} \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{2.13}$$

Atau

$$\mathbf{Y}_t = \boldsymbol{\pi}\mathbf{x} + \mathbf{v}_t \quad t = 1, 2, \dots, N \tag{2.14}$$

Dimana  $\Pi$  merupakan matrik koefisien  $\gamma$  dengan ukuran  $G \times K$  dan  $\mathbf{v}_t$  adalah vektor *distrurbance reduced form* untuk  $t$ .

Bentuk reduksi dari persamaan simultan dengan menggunakan persamaan (2.10) didapatkan:

$$\mathbf{y}\boldsymbol{\alpha} + \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} = \boldsymbol{\varepsilon}_t \tag{2.15}$$

dengan:  $\boldsymbol{\alpha}$  = matriks  $G \times G$  dari koefisien peubah endogen

$\mathbf{y}$  = vektor  $G \times 1$  dari peubah endogen untuk waktu  $t$

$\boldsymbol{\beta}$  = matriks  $G \times K$  dari koefisien peubah endogen

$\mathbf{x}$  = vektor  $K \times 1$  dari peubah eksogen (*predetermined*) pada waktu  $t$

$\varepsilon$  = vector  $G \times 1$  dari galat structural pada waktu  $t$

Jika melihat ke persamaan (2.15) kemudian dapat ditulis menjadi:

$$\mathbf{y}' = -\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}\boldsymbol{\beta}^{-1} + \boldsymbol{\varepsilon}\boldsymbol{\alpha}^{-1}$$

Dan dengan asumsi  $\boldsymbol{\beta}^{-1}$  ada maka dari persamaan (2.14) dapat diperoleh:

$$\boldsymbol{\pi} = -\mathbf{x}^{-1}\boldsymbol{\beta} \text{ dan } \mathbf{v}_t = \mathbf{x}^{-1}\boldsymbol{\varepsilon}_t$$

Persamaan diatas memperlihatkan bahwa koefisien-koefisien dari *reduced form* adalah fungsi dari koefisien-koefisien persamaan struktural, dan setiap galat dari *reduced form* merupakan fungsi linier dari seluruh galat persamaan struktural.

Persamaan simultan tidak bisa diselesaikan dengan menggunakan OLS (*Ordinary Least Square*). Jika parameter dari tiap persamaan ditaksir dengan metode OLS secara langsung maka penaksir tidak hanya bias tetapi juga tidak konsisten, yaitu penaksir tidak mengarah pada nilai sebenarnya berapapun besarnya sampel yang diberikan. Hal itu dikarenakan salah satu asumsi penting dari metode OLS yaitu bahwa variabel yang menjelaskan bersifat nonstokastik atau jika bersifat stokastik didistribusikan secara bebas dari variabel error dimana dalam hal ini tidak terpenuhi dalam persamaan simultan. Persamaan simultan yang bias merupakan keadaan dimana parameter struktural dalam keadaan “*over estimation*” atau “*underestimate-on*” sebagai hasil dari OLS pada persamaan strukturalnya. Bias terjadi karena variabel endogen didalam model ialah variabel bebas yang berkorelasi dengan error atau terjadi pelanggaran pada asumsi OLS

Untuk mengestimasi persamaan struktural pada persamaan simultan terdapat dua pendekatan yaitu metode *single equation* dan metode *system equation*. Pada *single equation*, perkiraan untuk setiap persamaan dalam persamaan sistem simultan secara individu dengan memperhatikan setiap pembatasan yang ada di persamaan tersebut, tanpa memperhatikan pembatasan yang terjadi pada persamaan lainnya, metode ini sering



disebut sebagai *Limited Information Estimation Method* (Metode Estimasi Informasi Terbatas). Pada metode *system equation*, perkiraan bagi semua persamaan didalam model secara simultan dengan memperhatikan semua pembatasan yang ada dalam model, metode ini sering disebut sebagai *Full Information Method* (Metode Informasi Lengkap).

### 2.3.1 Identifikasi Model

Identifikasi model bertujuan untuk menentukan ada tidaknya kemungkinan memperoleh parameter struktural dari suatu sistem persamaan simultan dari parameter bentuk sederhana (*reduced form*). Identifikasi model memperlihatkan adanya hubungan simultanitas dalam persamaan struktural. Jika taksiran parameter persamaan structural dapat dihasilkan dari parameter bentuk yang direduksi maka persamaan tersebut dikatakan teridentifikasi (*identified*), tetapi jika tidak maka persamaan tersebut dikatakan tidak teridentifikasi (*unidentified*). Menurut Gujarati (2006) salah satu cara untuk mengidentifikasi suatu sistem persamaan simultan dengan *order condition*. Suatu model dengan  $M$  (jumlah variabel endogen dalam model simultan), akan *identified* bila jumlah variabel eksogen yang tidak terdapat dalam persamaan harus paling sedikit atau sama dengan jumlah variabel endogen yang ada dalam persamaan dikurangi satu. Tetapi terdapat kemungkinan bahwa tidak semua variabel endogen dan eksogen yang ada didalam model muncul pada setiap persamaan struktural.

### 2.3.2 Kondisi Rank

Kondisi rank menyatakan dalam suatu model  $m$  persamaan dalam  $m$  variabel endogen suatu persamaan disebut *identified* jika dan hanya jika sekurang-kurangnya satu matriks berordo  $(m-1) \times (m-1)$  dengan determinan tidak sama dengan nol dapat dibentuk dari koefisien variabel yang tidak dimasukkan dari persamaan tersebut, tetapi terdapat dalam persamaan lain dalam model.

$$K - k \geq m - 1$$

Dengan  $m$  adalah jumlah variabel endogen dalam suatu persamaan,  $K$  adalah jumlah seluruh variabel yang sudah ditetapkan dalam model, termasuk intercept dan  $k$  adalah jumlah variabel yang sudah ditetapkan dalam persamaan yang diberikan.

Persyaratan (2.15) menyatakan bahwa sebuah persamaan struktural dapat diidentifikasi jika jumlah variabel eksogen yang tidak muncul pada persamaan tersebut sekurang-kurangnya harus sama dengan variabel endogen yang muncul dikurangi satu.

Sistem persamaan simultan bersifat dapat diidentifikasi (*just identified*) jika nilai parameter yang ditaksir dapat diperoleh dari persamaan *reduced form* dan setiap nilai parameter tidak lebih dari satu nilai atau  $K - k = m - 1$ . Persamaan simultan yang melebihi syarat untuk dapat diidentifikasi (*overidentified*) jika nilai parameter yang diperoleh ternyata melebihi jumlah parameter (terdapat parameter yang memiliki lebih dari satu nilai) atau  $K - k > m - 1$ . Penaksir nilai-nilai parameter tidak dapat sepenuhnya dilakukan dari persamaan *reduced form* sehingga persamaan simultan dianggap mengandung permasalahan identifikasi atau  $K - k < m - 1$  disebut persamaan simultan yang tidak dapat diidentifikasi *unidentified*. (Ghozali, 2013)

Kondisi order hanya memenuhi syarat perlu belum memenuhi syarat cukup, artinya walaupun persamaan tersebut sudah diidentifikasi menurut kondisi order tetapi belum tentu persamaan tersebut teridentifikasi jika di deteksi dengan kondisi rank. Suatu sistem dengan  $M$  persamaan dapat dikatakan teridentifikasi jika sekurang-kurangnya memiliki satu determinan yang tidak sama dengan nol. Determinan tersebut berdimensi  $(M - 1)$  dari koefisien-koefisien variabel yang tidak dimasukkan dalam persamaan tersebut, tetapi terdapat dalam persamaan lain dalam model.

Sebagai suatu gambaran dari kondisi rank, perhatikan sistem persamaan simultan berikut dimana variabel  $Y$  adalah endogen dan variabel  $X$  adalah predetermin:

$$Y_{1t} - \beta_{10} - \alpha_{12}Y_{2t} - \alpha_{13}Y_{3t} - \beta_{11}X_{1t} = \varepsilon_{1t} \quad (2.16)$$

$$Y_{2t} - \beta_{20} - \alpha_{23}Y_{3t} - \beta_{21}X_{1t} - \beta_{22}X_{2t} = \varepsilon_{2t} \quad (2.17)$$

$$Y_{3t} - \beta_{30} - \alpha_{31}Y_{1t} - \beta_{31}X_{1t} - \beta_{32}X_{2t} = \varepsilon_{3t} \quad (2.18)$$

$$Y_{4t} - \beta_{40} - \alpha_{41}Y_{1t} - \alpha_{42}Y_{2t} - \beta_{43}X_{3t} = \varepsilon_{4t} \quad (2.19)$$

Untuk memudahkan identifikasi, sistem diatas ditulis dalam bentuk Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Parameter-Parameter Struktural**

Persamaan	Koefisien dari variabel-variabel							
	1	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
(2.16)	$-\beta_{10}$	1	$-\alpha_{12}$	$-\alpha_{13}$	0	$-\beta_{11}$	0	0
(2.17)	$-\beta_{20}$	0	1	$-\alpha_{23}$	0	$-\beta_{21}$	$-\beta_{22}$	0
(2.18)	$-\beta_{30}$	$\alpha_{31}$	0	1	0	$-\beta_{31}$	$-\beta_{32}$	0
(2.19)	$-\beta_{40}$	$\alpha_{41}$	$-\alpha_{42}$	0	1	0	0	$-\beta_{43}$

Sebelum menerapkan kondisi rank terlebih dahulu diterapkan kondisi ordo, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2 Kondisi ordo**

Persamaan	Banyak variabel eksogen yang tidak muncul ( $K - k$ )	Banyak variabel endogen yang muncul kurang satu ( $d-1$ )	Identifikasi
(2.16)	2	2	<i>exactly</i>
(2.17)	1	1	<i>exactly</i>
(2.18)	1	1	<i>exactly</i>
(2.19)	2	2	<i>exactly</i>

Dari tabel di atas terlihat bahwa semua persamaan teridentifikasi dengan tepat (*exactly*). Selanjutnya akan diidentifikasi dengan kondisi rank.

Untuk menerapkan kondisi rank, dapat dilakukan

langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tuliskan model persamaan dalam suatu tabel.
2. Coret koefisien dari baris persamaan yang diselidiki.
3. Coret dari kolom yang sesuai dengan koefisien yang muncul dalam langkah 2 yang tidak sama dengan nol.
4. Angka yang tertinggal dalam tabel adalah koefisien dari variabel yang terdapat dalam sistem tetapi tidak muncul pada persamaan yang sedang diselidiki. Dari angka ini bentuklah semua matriks yang mungkin dengan ordo  $(m-1) \times (m-1)$  dan tentukanlah determinannya. Jika terdapat sekurang-kurangnya satu determinan yang tidak sama dengan nol maka persamaan tersebut teridentifikasi. Rank dari matriks tadi, misalkan **A**, dalam kasus ini adalah tepat sama dengan  $(m-1)$ . Jika semua determinan matriks  $(m-1) \times (m-1)$  yang mungkin adalah nol, rank dari matriks **A** adalah kurang dari  $(m-1)$  dan persamaan yang sedang diselidiki adalah tidak teridentifikasi

Berikut adalah penerapan kondisi rank untuk persamaan (2.16), langkah 1 telah ditunjukkan pada Tabel 2.1. Untuk langkah 2 dan 3 ditunjukkan pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Langkah 2 dan 3**

Persam	1	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
(2.16)	$-\beta_{10}$	1	$-\alpha_{12}$	$-\alpha_{13}$	0	$-\beta_{11}$	0	0
(2.17)	$-\beta_{20}$	0	1	$-\alpha_{23}$	0	$-\beta_{21}$	$-\beta_{22}$	0
(2.18)	$-\beta_{30}$	0	0	1	0	$-\beta_{31}$	$-\beta_{32}$	0
(2.19)	$-\beta_{40}$	$c_{31}$ $c_{41}$	$-\alpha_{42}$	0	1	0	0	$-\beta_{43}$

Agar persamaan (2.16) teridentifikasi, sekurang-kurangnya persamaan tersebut memiliki satu matriks berordo  $3 \times 3$  dengan determinan tidak sama dengan nol dari koefisien variabel yang tidak muncul dalam persamaan, tetapi terdapat dalam persamaan lain.

Seperti pada langkah 4, angka-angka yang tertinggal (tidak dicoret) akan dibentuk matriks berordo 3 x 3 sedemikian sehingga determinannya tidak sama dengan nol, karena angka yang tertinggal telah tepat berordo 3 x 3 maka hanya terdapat satu matriks saja. Lakukan hal yang sama untuk mengidentifikasi persamaan lainnya dengan kondisi rank.

### 2.3.3 Estimasi Persamaan Simultan

Terdapat beberapa metode estimasi untuk persamaan simultan antara lain *Ordinary Least Square* (OLS) rekursif, *Indirect Least Square* (ILS), *Two Stage Least Square* (2 SLS), dan *Three Stage Least Square* (3 SLS).

#### 2.3.3.1 Two Stage Least Square (2SLS)

Metode 2SLS adalah metode yang umum digunakan untuk mengestimasi persamaan simultan. Metode ini digunakan ketika model persamaan simultan adalah terlalu teridentifikasi. Dalam banyak kasus model persamaan simultan yang terlalu teridentifikasi seringkali kita jumpai daripada model yang hanya tepat teridentifikasi (Widarjono, 2007). Bentuk umum sistem persamaan simultan dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\mathbf{y} = \mathbf{Y}\boldsymbol{\alpha} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.20)$$

dimana:

$\mathbf{y}$  = variabel endogen yang berada di sisi kiri

$\boldsymbol{\varepsilon}$  = error dari model

$\mathbf{Y}$  = variabel endogen yang berada di sisi kanan

$\mathbf{X}$  = variabel eksogen yang berada di sisi kanan

$\boldsymbol{\alpha}$  matrik berdimensi M dan  $\boldsymbol{\beta}$  matrik berdimensi K.  $\mathbf{Z} = [\mathbf{Y}, \mathbf{X}]$  dan  $\boldsymbol{\delta}' = (\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\alpha}')$ .

Sesuai dengan namanya, metode ini melalui dua tahap dengan menggunakan metode OLS. Tahapan pertama menyusun regresi OLS terhadap persamaan-persamaan bentuk reduksi untuk mendapatkan  $\hat{y}_i$  pada masing-masing persamaan. Dari persamaan tersebut didapatkan nilai taksiran  $\pi$ :

$$\begin{aligned}
y_1 &= \pi_{11}x_1 + \pi_{12}x_2 + \cdots + \pi_{1G}x_G + \nu_1 \\
y_2 &= \pi_{21}x_1 + \pi_{22}x_2 + \cdots + \pi_{2G}x_G + \nu_2 \\
&\vdots \\
y_G &= \pi_{G1}x_1 + \pi_{G2}x_2 + \cdots + \pi_{GG}x_G + \nu_G
\end{aligned} \tag{2.21}$$

Dengan menggunakan nilai  $\pi$  (koefisien bentuk reduksi) untuk menentukan nilai taksiran dari variabel endogen ( $\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_G$ ).

Pada tahap kedua nilai taksiran dari  $\hat{y}$  disubstitusikan ke dalam persamaan (2.20). Lalu melakukan regresi OLS untuk  $y_i$ .

$$\begin{aligned}
y_1 &= \alpha_{11}\hat{Y}_1 + \alpha_{12}\hat{Y}_2 + \cdots + \alpha_{1G}\hat{Y}_G + \beta_{11}x_1 + \cdots + \beta_{1G}x_G + \nu_1 \\
y_2 &= \alpha_{21}\hat{Y}_1 + \alpha_{22}\hat{Y}_2 + \cdots + \alpha_{2G}\hat{Y}_G + \beta_{21}x_1 + \cdots + \beta_{2G}x_G + \nu_2 \\
&\vdots \\
y_G &= \alpha_{G1}\hat{Y}_1 + \alpha_{G2}\hat{Y}_2 + \cdots + \alpha_{GG}\hat{Y}_G + \beta_{G1}x_1 + \cdots + \beta_{GG}x_G + \nu_G
\end{aligned} \tag{2.22}$$

Dari persamaan (2.20) dapat ditulis

$$\mathbf{y} = \hat{\mathbf{Y}}\boldsymbol{\alpha} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} = \hat{\mathbf{Z}}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{v} \tag{2.23}$$

Dimana  $\hat{\mathbf{Z}} = [\hat{\mathbf{Y}}, \mathbf{X}]$  dan  $\mathbf{u} = \boldsymbol{\varepsilon} + (\mathbf{Y} - \hat{\mathbf{Y}})\boldsymbol{\beta}$ . Sehingga didapat estimasi parameter sebagai berikut,

$$\hat{\boldsymbol{\delta}}_{2SLS} = [\hat{\mathbf{Z}}' \hat{\mathbf{Z}}]^{-1} \hat{\mathbf{Z}}' \mathbf{y} \tag{2.24}$$

Penduga 2SLS yang dinatakan dalam nilai peubah asal untuk persamaan ke-I dapat ditulis sebagai:

$$\hat{\boldsymbol{\delta}}_{2SLS} = (\hat{\mathbf{Z}}_1' \hat{\mathbf{Z}}_1)^{-1} \hat{\mathbf{Z}}_1' \mathbf{Y}_i$$

$$\text{Dan var-cov}(\hat{\boldsymbol{\delta}}_{2SLS}) = s_i^2 (\hat{\mathbf{Z}}_i' \hat{\mathbf{Z}}_i)^{-1}$$

$$\text{Dengan } s_i^2 = (\mathbf{Y}_i - \mathbf{Z}_i \hat{\boldsymbol{\delta}}_{2SLS})' (\mathbf{Y}_i - \mathbf{Z}_i \hat{\boldsymbol{\delta}}_{2SLS}) / (n - g - k + 1)$$

### 2.3.3.2 Three Stage Least Square (3SLS)

Three Stage Least Square (3SLS) adalah suatu metode yang diaplikasikan untuk semua persamaan yang terdapat pada

model dalam waktu yang sama dan memberikan penaksiran untuk semua parameter secara simultan. Metode ini dikembangkan oleh Theil dan Zellner sebagai lanjutan dari *Two Stage Least Square* (2SLS). 2SLS merupakan suatu metode penaksiran persamaan tunggal, sehingga termasuk pada kategori pertama yaitu metode informasi terbatas (*limited information method*). Metode *Three Stage Least Square* (3SLS) dapat digunakan untuk menaksir persamaan simultan dengan identifikasi *exactly identified* dan *overidentified*. Metode 3SLS merupakan gabungan dari metode 2SLS dengan SUR (*Seemingly Unrelated Regression*). Sesuai dengan namanya metode penaksiran *Three Stage Least Square* (3SLS) adalah metode OLS dalam tiga tahap. Tahap I, menaksir parameter persamaan simultan dari parameter bentuk yang direduksi dengan menggunakan metode OLS. Sehingga diperoleh hasil taksiran persamaan struktural. Tahap II, taksiran yang diperoleh pada tahap I ditaksir kembali menggunakan metode OLS. Pada tahap II diperoleh matriks varians-kovarians variabel error yang terdapat dalam sistem persamaan simultan. Kemudian pada tahap III semua persamaan struktural ditaksir secara simultan melalui matriks varians-kovarians dengan menggunakan metode *Generalized Least Square* (GLS). Dari persamaan (2.22) didapat:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.25)$$

dimana:

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_M \end{bmatrix}; \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} Z_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & Z_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & Z_M \end{bmatrix}; \boldsymbol{\delta} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_M \end{bmatrix}; \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_M \end{bmatrix}$$

Dan  $\mathbf{E}(\boldsymbol{\varepsilon}_i) = \mathbf{0}$  dan  $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = \Sigma \otimes I$  dimana  $\Sigma = [\sigma_{ij}]$

Untuk  $i, j = 1, 2, \dots, M$ . Hal ini mengindikasikan kemungkinan terjadi korelasi residual antar persamaan yang berbeda. Sehingga didapat estimasi sebagai berikut,

$$\hat{\boldsymbol{\delta}}_{3SLS} = [\hat{\mathbf{Z}}'(\Sigma^{-1} \otimes \mathbf{I})\hat{\mathbf{Z}}]^{-1} \hat{\mathbf{Z}}'(\Sigma^{-1} \otimes \mathbf{I})\mathbf{y} \quad (2.26)$$

Dengan var-cov ( $\hat{\delta}_{3SLS}$ ) =  $(\hat{\mathbf{Z}}' \mathbf{W}^{-1} \hat{\mathbf{Z}})^{-1}$

### 2.3.4 Deteksi Pelanggaran Asumsi Klasik

Ada beberapa deteksi pelanggaran asumsi klasik yang harus dipenuhi yaitu:

#### a. Deteksi Normalitas

Deteksi distribusi normal adalah deteksi untuk mengukur apakah data yang didapatkan memiliki distribusi normal sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik (statistik inferensial). Dengan kata lain, apakah data yang diperoleh berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Untuk melakukan deteksi terhadap data terkait deteksi normalitas dapat menggunakan dua cara yaitu *Chi Square* dan *Kolmogorov-Smirnov*. Adapun langkah-langkah Deteksi Kolmogrov- Smirnov sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0$ :  $F(x) = F_0(x)$  untuk semua nilai  $x$  (residual berdistribusi normal)

$H_1$ :  $F(x) \neq F_0(x)$  untuk minimal satu nilai  $x$  (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik Deteksi

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.28)$$

dimana:

$F_0(x)$  = fungsi distribusi yang dihipotesiskan

$F(x)$  = Fungsi distribusi yang belum diketahui

$S(x)$  =  $i/n$ , fungsi peuang kumulatif pengamatan dari data sampel

$i$  = pengamatan

$n$  = banyak pengamatan

Pengambilan keputusan apabila  $D > q_{(1-\alpha)}$  maka  $H_0$  ditolak dimana  $q$  adalah nilai berdasarkan tabel Kolmogrov-Smirnov. Bisa juga dengan melihat nilai  $p$ -value, dimana  $H_0$  ditolak jika  $p$ -value  $< \alpha$ .



### b. Deteksi Heterokedastisitas

Heteroskedastisitas atau deteksi asumsi residual identik adalah adanya ketidaksamaan varian dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Deteksi heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan asumsi klasik heteroskedastisitas yaitu adanya ketidaksamaan varian dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Prasyarat yang harus terpenuhi dalam model regresi adalah tidak adanya gejala heteroskedastisitas.

Deteksi heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan metode *scatter plot* dengan memplotkan nilai ZPRED (nilai prediksi) dengan SRESID (nilai residualnya). Model yang baik didapatkan jika tidak terdapat pola tertentu pada grafik, seperti mengumpul di tengah, menyempit kemudian melebar atau sebaliknya melebar kemudian menyempit. Salah satu cara mendeteksi adanya asumsi heteroskedastisitas dengan melakukan Uji Glejser, caranya meregresikan nilai mutlak dari sisaan dengan seluruh variabel bebas (*Independen*), yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Gujarati, 2006).

$$|\hat{\varepsilon}_i| = u_0 + u_1 \hat{y}_i + v_i \quad (2.29)$$

dimana  $v_i$  merupakan galat pada  $|\hat{\varepsilon}_i|$ , kemudian melakukan deteksi parameter dengan menggunakan hipotesis

$H_0 : u_1 = 0$  (Asumsi Residual Identik)  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_n^2$

$H_1 : u_1 \neq 0$  (Asumsi Residual Tidak Identik) minimal terdapat satu  $\sigma_i^2 = \sigma_j^2$

Menolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{tabel} = F_{(\alpha), (1, n-k-1)}$  berarti varians tidak homogen atau terjadi heteroskedastisitas dan gagal untuk menolak  $H_0$  apabila  $F_{hitung} < F_{tabel} = F_{(\alpha), (1, n-k-1)}$  berarti variansnya homogen atau tidak terjadi heteroskedastisitas. Konsekuensi estimasi bila

menghadapi heterokedastisitas adalah penaksir tidak efisien karena variansnya tidak lagi minimum (Gujarati,2006).

### c. Deteksi Autokorelasi

Atau asumsi residual independen yaitu suatu jenis pendeteksian yang umum digunakan untuk mengetahui apakah apakah korelasi antar residual sama dengan nol. Autokorelasi telah dikembangkan oleh J.Durbin dan G. Watson tahun 1951. Pendeteksian ini sebagai statistik-d Durbin – Watson yang dihitung berdasarkan jumlah selisih kuadrat nilai-nilai taksiran faktor-faktor gangguan yang berurutan. Keberadaan autokorelasi dapat dideteksi dengan Durbin Watson Test yang membandingkan nilai DW hitung dengan nilai batas bawah (dl) dengan batas atas (du) dari tabel Durbin Watson berdasarkan jumlah observasi dan variabel bebas sampel.

Statistik  $d$  Durbin-Watson diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n \left( \hat{U}_t - \hat{U}_{t-1} \right)^2}{\sum_{t=1}^n \hat{U}_t^2} \quad (2.30)$$

Sedangkan hipotesis untuk Uji  $d$  Durbin-Watson adalah:

$H_0$ : tidak ada autokorelasi

$H_1$ : ada autokorelasi

Pengambilan keputusan:

$d < d_L$  : tolak  $H_0$

$d > 4-d_L$  : tolak  $H_0$

$4-d_U \leq d \leq 4-d_L$  : tidak dapat disimpulkan (*no decision*)

$d_L \leq d \leq d_U$  : tidak dapat disimpulkan (*no decision*)

Menurut Supranto (1984), prosedur pengdeteksian autokorelasi Durbin Watson ini memiliki kelemahan, yaitu jika nilai  $d$  berada dalam daerah yang tidak dapat disimpulkan (*no decision*) maka tidak dapat diambil kesimpulan apakah terjadi

autokorelasi atau tidak. Kemungkinan jika series data yang diobservasi  $< 15$  maka persoalan *no decision* ini akan muncul. Jika terjadi hal tersebut maka sebaiknya digunakan deteksi dengan metode lain, misalnya dengan melihat plot *autocorrelation function* (ACF). Plot ACF pada dasarnya adalah melakukan plot nilai koefisien autokorelasi ( $r_w$ ) terhadap  $w$  aktu. Jika nilai  $r_w$  ada yang keluar dari *confidence limit* (CL) maka dapat disimpulkan telah terjadi autokorelasi. Rumus ( $r_w$ ) dan (CL) yaitu sebagai berikut:

$$r_w = \frac{\sum_{t=1}^{t-w} \left( Y_{t=1} - \bar{Y} \right) \left( Y_{t+K} - \bar{Y} \right)}{\sum_{t=1}^T \left( Y_t - \bar{Y} \right)^2} \quad (2.31)$$

$$CL = \frac{2}{\sqrt{N}} \left[ 1 + 2 \sum_{t=1}^w r_t^2 \right] \quad (2.32)$$

dimana:

- $r_w$  = koefisien autokorelasi untuk lag  $w$
- $\bar{Y}$  = nilai rata-rata observasi
- $Y_t$  = observasi data periode waktu ke- $t$
- $Y_{t-w}$  = observasi data periode waktu ke  $(t-w)$

#### d. Deteksi Multikolinearitas

Deteksi Multikolinearitas untuk mengetahui adanya hubungan antara beberapa atau semua variabel yang menjelaskan dalam model regresi. Ada beberapa cara untuk mengetahui multikolinearitas antara lain dengan koefisien determinasi (R-Square) dan nilai VIF. Apabila nilai R-Square tinggi tetapi tidak ada parameter regresi yang signifikan pada deteksi individu maka terindikasi terjadinya kasus multikolinnearitas. Nilai VIF dapat dihitung dengan:

$$VIF = \frac{1}{(1 - R_j^2)} \quad (2.33)$$

dimana  $R_j^2$  adalah hasil koefisien determinasi dari regresi antara variabel independen satu dengan variabel independen lain (Gujarati, 2006). Jika dalam model terdapat multikolinearitas maka model tersebut memiliki kesalahan standar yang besar sehingga koefisien tidak dapat ditaksir dengan ketepatan yang tinggi. Indikasi terjadinya multikolinieritas yaitu:

- a) Jika ditemukan nilai R-square yang tinggi dan nilai statistik F yang signifikan tetapi sebgaaian besar nilai statistik t tidak signifikan
- b) Bila diperoleh koefisien korelasi sederhana yang tinggi diantara sepasang variabel eksplanatori. Tingginya koefisien korelasi merupakan syarat yang cukup untuk terjadinya multikolinieritas. Akan tetapi bila diperoleh koefisien yang rendah, maka belum dapat dikatakan bahwa tidak terjadi mutikolinieritas, sehingga perlu dilihat lagi koefisien korelasi parsial maupun korelasi serentak diantara semua variabel eksplanatori.
- c) Bila dalam model regresi diperoleh koefisien regresi dengan tanda yang berbeda dengan koefisien korelasi antara Y dengan  $X_j$ . Misal untuk koefisien regresi yang berhubungan dengan  $X_j$  bertanda positif ( $r_{yxj} > 0$ ), tetapi koefisien regresi untuk koefisien yang berhubungan dengan  $X_j$  bertanda negaif atau sebaliknya.

Salah satu cara untuk menghilangkan terjadinya multikolinieritas adalah dengan penggabungan data *cross section* dan data berkala. Data *cross section* adalah data yang menggambarkan keadaan pada suatu waktu tertentu, sedangkan data berkala adalah data yang menggambarkan perkembangan dari waktu ke waktu. Penggabungan data *cross section* dan berkala biasa disebut data panel.

### 2.3.5 Koefisien Determinasi

Untuk mengukur ketepatan model pada persamaan sistem pada regresi, Mc Elroy (dalam Ainul, 2014)

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.27)$$

dimana:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_i &= \text{nilai ramalan variabel endogen} \\ \bar{Y} &= \text{nilai rata-rata variabel endogen} \\ Y_i &= \text{masing-masing nilai endogen} \end{aligned}$$

## 2.4 Produksi Energi Listrik (MW)

Energi listrik merupakan sarana produksi maupun sarana kehidupan sehari-hari yang menopang peranan penting dalam upaya mencapai sasaran pembangunan. Energi listrik di Indonesia makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi.

Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT.PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan. Kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik, serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat penyediaan energi listrik dalam skala nasional. Sedangkan konsumsi listrik (KWh perkapita) akan menyatakan tingkat elektrifikasi yang telah dicapai.

## **2.5 Kapasitas Daya Terpasang (KVA)**

Daya terpasang merupakan besar atau kapasitas daya yang disediakan. Kapasitas daya terpasang harus sesuai dengan kebutuhan daya untuk mencatu segala macam beban. Kapasitas daya terpasang harus lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan beban. Namun kapasitas daya terpasang yang berlebihan akan menimbulkan biaya beban yang tinggi.

Kapasitas daya terpasang harus sesuai dengan kebutuhan daya untuk mencatu segala macam beban. Kapasitas daya terpasang harus lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan beban. Namun kapasitas daya terpasang yang berlebih akan menimbulkan biaya beban yang tinggi.

## **2.6 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)**

PDRB merupakan nilai bersih barang dan jasa-jasa akhir yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan ekonomi di suatu daerah dalam periode. PDRB menggambarkan kemampuan suatu daerah mengelola sumber daya alam yang dimilikinya. Oleh karena itu besaran PDRB yang dihasilkan oleh masing-masing daerah sangat bergantung kepada potensi sumber daya alam dan faktor produksi daerah tersebut.

PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung dengan menggunakan harga pada setiap tahun, sedangkan PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga pada satu tahun tertentu sebagai tahun dasar

## **2.7 Jumlah Penduduk (Jiwa) Dan Jumlah Pelanggan (Pelanggan)**

Jumlah penduduk merupakan banyaknya penduduk dalam suatu wilayah. Jumlah penduduk yang paling padat disuatu wilayah merupakan indikasi bahwa konsentrasi populasi terpenting berada di wilayah atau daerah tersebut. Pelanggan listrik merupakan penduduk yang memakai energi listrik untuk kebutuhan sehari-hari baik dari sektor rumah tangga, komersil,

publik dan industri. Jumlah pelanggan merupakan banyaknya penduduk yang memakai energi listrik dari jumlah total keseluruhan penduduk yang ada di daerah tersebut.

## **2.8 Nilai Penjualan/ Konsumsi Energi Listrik (MWh) Dan Jam Nyala (Jam)**

Besar energi listrik yang terjual (MWh) kepada konsumen listrik. Nilai penjualan listrik disesuaikan oleh jumlah pelanggan konsumen listrik. Jam nyala merupakan banyaknya waktu yang digunakan dalam penggunaan energi listrik per hari. Dari jam nyala dapat diketahui berapa beban puncak pemakaian energi listrik untuk hari tersebut.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Sumber Data Dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) pada tahun 2003-2014 yaitu data jumlah pelanggan, konsumsi listrik (MWH), total produksi listrik (MW), daya terpasang listrik (KVA) dan jam nyala (Jam). Dan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2003-2014 Provinsi Jawa Timur yang meliputi data jumlah penduduk, dan data PDRB atas dasar harga konstan 2000.

Data yang di analisa adalah data dari tahun 2003 sampai dengan data tahun 2014. Dengan pembagian data *insample* dari tahun 2003 sampai tahun 2011. Untuk data *outsample* yaitu data dari tahun 2012 sampai data di tahun 2014.

Pengidentifikasian variabel yang berpengaruh dan berkaitan antar variabel dalam model ekonometrika yang akan dikembangkan dalam penelitian ini sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Variabel yang digunakan

Variabel	Simbol	Satuan
Produksi Energi Listrik	Pwd	MW
Konsumsi Listrik	Cons	GWh
Jumlah Pelanggan	Cust	Pelanggan
Daya Terpasang	DT	KVA
PDRB	PDRB	Seratus juta rupiah
Jam Nyala	TO	Jam
Jumlah Penduduk	Pddk	Jiwa

Untuk data pengamatan digunakan variabel indikator produksi listrik, konsumsi listrik, jumlah pelanggan, daya terpasang, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), jam nyala, dan jumlah penduduk. Definisi dari masing-masing variabel indikator dijelaskan pada Tabel 3.2 sebagai berikut.



**Tabel 3.2** Definisi Operasional

<b>Variabel</b>	<b>Definisi Operasional</b>
Produksi Energi Listrik	Jumlah energi listrik yang diproduksi atau dibangkitkan
Daya Terpasang Listrik	Besar atau kapasitas daya yang disediakan. Kapasitas daya terpasang harus sesuai dengan kebutuhan daya untuk mencatu segala macam beban
PDRB (Produk Domestik Regional Bruto)	PDRB merupakan gambaran adalah nilai bersih barang dan jasa-jasa akhir yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan ekonomi di suatu daerah dalam periode. Dalam penelitian ini digunakan PDRB Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) 2000.
Jumlah Pelanggan	Penduduk yang memakai energi listrik untuk kebutuhan sehari-hari baik dari sektor rumah tangga, komersil, publik dan industri.
Jam Nyala	Jam nyala merupakan banyaknya waktu yang digunakan dalam penggunaan energi listrik per hari.
Konsumsi Listrik	Besar energi listrik yang terjual (MWh) kepada konsumen listrik
Jumlah Penduduk	Banyaknya penduduk dalam suatu wilayah.

### 3.2 Spesifikasai Model Dan Konsep Ekonomi Model

Spesifikasi model yang dibangun terdiri dari model Energi listrik yang diproduksi . Spesifikasi model yang dibangun tersebut mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu. Model yang dibangun adalah sebagai berikut.

$$Pwd = \alpha_0 + \alpha_1 Cust_t + \alpha_2 Cons_t + \alpha_3 DT_t + \alpha_4 PDRB_t + \varepsilon_1 \quad (3.1)$$

$$Cons_t = \beta_0 + \beta_1 TO_t + \beta_2 Cust_t + \beta_3 PDRB_t + \varepsilon_2 \quad (3.2)$$

$$Cust_t = \theta_0 + \theta_1 DT_t + \theta_2 PWD_t + \theta_3 PDRB_t + \theta_4 Pddk_t + \varepsilon_3 \quad (3.3)$$

$$DT_t = \gamma_0 + \gamma_1 Cons_t + \gamma_2 Cust_T + \gamma_3 PDRB_t + \varepsilon_4 \quad (3.4)$$

dimana:

Pwd = Energi listrik yang diproduksi

PDRB = Pendapatan Domestik Regional Bruto

Cust = Jumlah pelanggan

Cons = Jumlah konsumsi energi listrik

DT = Daya terpasang  
 TO = Jam nyala  
 Pddk = Jumlah Penduduk

Indikator dari variabel produksi listrik diharapkan agar jumlah pelanggan memiliki hubungan yang positif terhadap nilai produksi listrik. Begitu juga untuk nilai konsumsi, daya terpasang dan PDRB diharap memiliki hubungan yang positif terhadap indikator produksi listrik. Untuk indikator variabel konsumsi listrik, jam nyala diharapkan memiliki hubungan yang positif. Karena semakin besar lama jam nyala listrik hidup memiliki efek bahwa penggunaan atau konsumsi listrik juga semakin meningkat. Variabel jumlah pelanggan diharapkan memiliki korelasi positif terhadap konsumsi, karena semakin banyak jumlah pelanggan maka semakin banyak pula penggunaan listrik. Untuk indikator jumlah pelanggan, dimana variabel produksi listrik diharapkan memiliki hubungan yang positif.

Jumlah pelanggan yang terus meningkat harus meningkatkan pula jumlah produksi listrik agar terdistribusi merata dan tidak terjadi defisit energi listrik. Nilai daya terpasang, PDRB, dan jumlah penduduk diharapkan memiliki hubungan yang positif terhadap indikator jumlah pelanggan

Indikator daya terpasang diharapkan memiliki hubungan yang positif terhadap nilai konsumsi, jumlah pelanggan, dan PDRB.

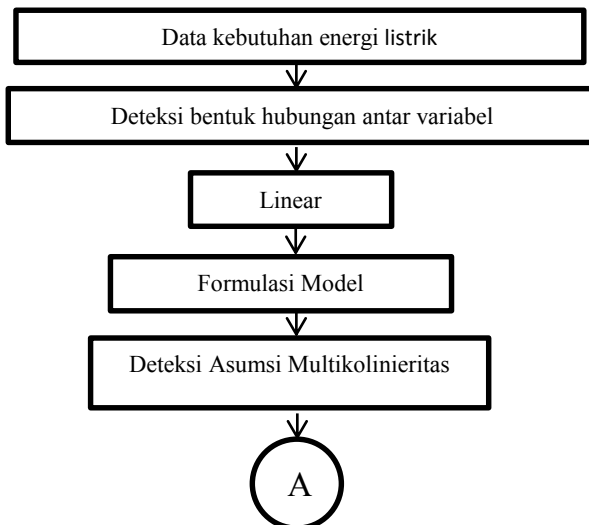
### **3.3 Langkah Analisis**

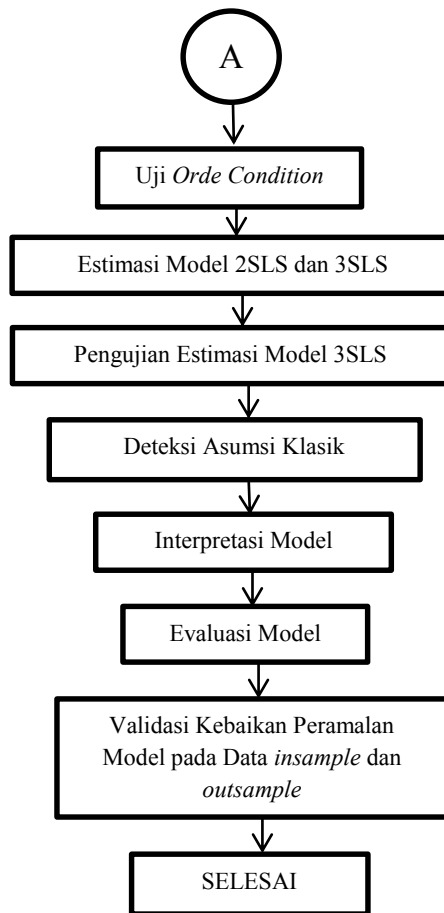
Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini disusun langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Menyamakan tahun dasar untuk variabel PDRB menjadi tahun dasar Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) 2000 dan mendeskripsikan karakteristik dengan cara membuat *scatterplot*, diagram batang, dan diagram garis penggunaan energi listrik dan variabel kebutuhan produksi listrik di Jawa Timur.

2. a. Menentukan model persamaan struktural dari tiap-tiap persamaan.
- b. Melakukan deteksi pelanggaran asumsi multikolinieritas untuk mendapatkan model persamaan struktural.
- c. Melakukan pengujian *orde condition*.
- d. Membagi data menjadi *insample* dan *outsample*.
- e. Melakukan estimasi model dan pengujian signifikansi dengan metode 2SLS dan 3SLS.
- f. Melakukan deteksi pelanggaran asumsi klasik terhadap model persamaan 2SLS dan 3SLS pada data *insample*.
3. Melakukan interpretasi.
4. Melakukan evaluasi, yaitu kesesuaian dengan tanda pada estimasi parameter model sudah sesuai dengan teori ekonomi.
5. Melakukan validasi kebaikan peramalan model pada data *insample* dan *outsample*.

Diagram alir penelitian pada pemodelan faktor yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik di Jawa Timur berdasarkan langkah-langkah analisis dapat dilihat pada Gambar 3.1.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Metode Penelitian

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

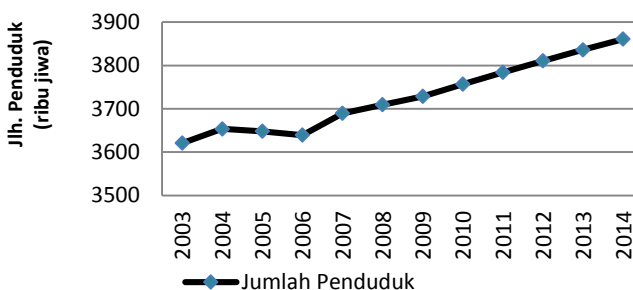
## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil pengolahan data kebutuhan energi listrik di Jawa Timur Tahun 2003 sampai 2014. Hal-hal yang dibahas meliputi deskripsi penggunaan energi listrik di Jawa Timur beserta faktor-faktor yang berpengaruh, deteksi adanya kasus multikolinieritas, identifikasi model, melakukan pemodelan simultan dengan estimasi *Three Stage Least Square* (3SLS), pengdeteksian asumsi klasik. Selanjutnya evaluasi terhadap model yang didapat. Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan karakteristik kebutuhan energi listrik dan pemodelan dengan menggunakan metode simultan.

#### 4.1 Karakteristik Daerah Dan Gambaran Umum Jawa Timur Terhadap Variabel-Variabel Kebutuhan dan Produksi Listrik

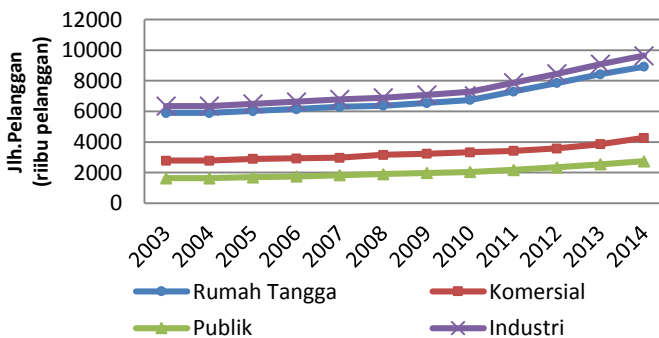
Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia, pada 2014 mencapai 38.363.195 jiwa, dengan laju pertumbuhan 0,64%. Pada 2013 jumlah penduduk Jawa Timur tercatat sebanyak 38.610.202 jiwa.



**Gambar 4.1** Jumlah Penduduk Jawa Timur Tahun 2003-2014

Dalam kurun tahun 2013-2014, rata-rata laju pertumbuhan penduduk mencapai 0,69% per tahun. Pada 2013, laju pertumbuhan penduduk dapat ditekan menjadi 0,67% kemudian menurun menjadi 0,64% pada tahun 2014. Penurunan laju pertumbuhan penduduk, antara lain, karena keberhasilan dalam mengendalikan angka kelahiran

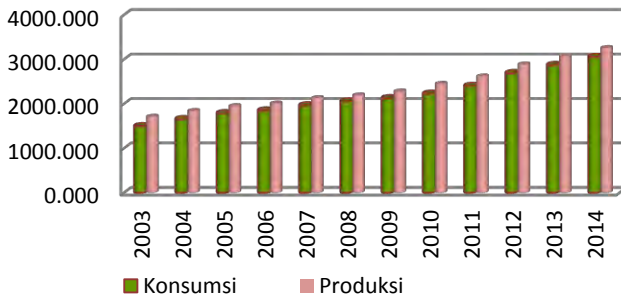
Penduduk Jawa Timur mayoritas (46,18%) memiliki mata pencaharian di bidang pertanian, selebihnya bekerja di sektor perdagangan (18,80%), sektor jasa (12,78%), dan sektor industri (12,51%). Jawa Timur merupakan barometer perekonomian nasional setelah DKI Jakarta, dan Propinsi Jawa Barat, sebab kontribusi PDRB Jawa Timur terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Nasional mencapai sekitar 16%.



**Gambar 4.2** Jumlah Pelanggan Listrik Provinsi Jawa Timur Tahun 2003-2014

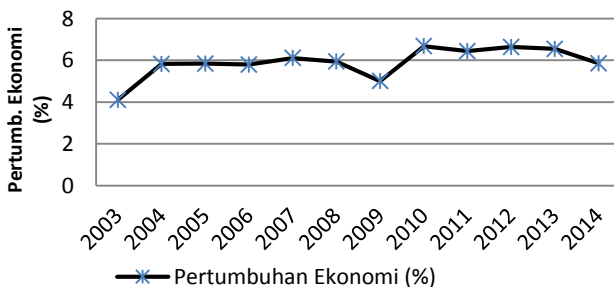
Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa jumlah penduduk Jawa Timur mengalami peningkatan dengan persentase rata-rata laju pertumbuhan penduduk tahun 2002-2014 yaitu 0,69%. Hal ini menjadi pengaruh yang kuat terhadap jumlah pelanggan listrik di Jawa Timur yang mengalami peningkatan pula setiap tahunnya. Pada Gambar 4.2 menunjukkan jumlah pelanggan yang mengalami peningkatan sangat tinggi yaitu pada sektor rumah tangga. Dari seluruh sektor konsumen pengguna listrik di Jawa

Timur (industri, publik, komersial) jumlah konsumen di rumah tangga yang paling mendominasi pemenuhan kebutuhan listrik di Jawa Timur.



**Gambar 4.3** Konsumsi (MWh) dan Produksi Listrik (MW) Jawa Timur Tahun 2003-2014

Konsumsi listrik di Jawa Timur periode 2003-2014 menunjukkan hal yang sejalan dengan pertumbuhan penduduk (Gambar 4.1) dan juga jumlah pelanggan (Gambar 4.2). Pertumbuhan konsumsi listrik dari tahun 2003 terus mengalami peningkatan hingga pada akhir tahun 2014. Sehingga produksi listrik untuk periode 2003-2014 juga sejalan meningkat. Hal ini tidak terlepas dari perekonomian Jawa Timur yang juga mengalami kenaikan setiap tahunnya.



**Gambar 4.4** Pertumbuhan Ekonomi Jawa Timur (%) Tahun 2003-2014



Dari Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur pada tahun 2003-2014 stabil dengan rata-rata persentasi pertumbuhan 5,90%.

#### **4.1.1 Analisis Karakteristik Variabel-Variabel Model Kebutuhan (Produksi) Energi Listrik Di Jawa Timur**

Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi seluruh lapisan masyarakat. Energi listrik memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari baik bagi sektor industri, rumah tangga, industri, maupun publik. Konsumsi listrik di Jawa Timur setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi.

Karakteristik pembentukan kebutuhan energi listrik berguna untuk mengetahui informasi awal mengenai pola dan bentuk data yang akan digunakan.

**Tabel 4.1** Karakteristik Variabel-Variabel Model Kebutuhan Energi Listrik Jawa Timur

<b>Variable</b>	<b>Mean</b>	<b>StDev</b>	<b>Min</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>
<b>Produksi (GW)</b>	2363	499	1706	2232	3253
<b>Pelanggan (pelanggan)</b>	7412	1111	6351	6985	9642
<b>Daya Pasang (KVA)</b>	10723	2490	8176	9936	15501
<b>Konsumsi (GW)</b>	2181	489	1496	2089	3052
<b>PDRB (seratus juta))</b>	5932	1295	4156	5771	7835
<b>TO (jam)</b>	2036.3	80.8	1829.2	2043	2125.1
<b>Jumlah Penduduk (jiwa)</b>	3682.3	61.9	3593.0	3671.6	3784.1

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata konsumsi listrik penduduk Jawa Timur setiap tahunnya sebesar 21.810 GWh dengan nilai konsumsi terkecil yaitu 14.960 GWh

dan penggunaan energi listrik terbesar yaitu 30.520 GWh. Jumlah pelanggan memiliki nilai rata-rata setiap tahunnya sebesar (7.412.000) pelanggan. Jumlah ini terus meningkat seiring dengan jumlah penduduk yang juga meningkat. Jumlah pelanggan yang paling kecil yaitu 6.351.257 dan jumlah pelanggan yang paling banyak yaitu 9.642.010 pelanggan. Jumlah pelanggan dan konsumsi listrik merupakan variabel pendukung dari jumlah atau nilai listrik yang dibangkitkan. Listrik yang dibangkitkan memiliki nilai rata-rata setiap tahun yaitu 23.627 GWh. Susut distribusi merupakan nilai yang hilang saat pendistribusian listrik dari transmisi ke pelanggan.

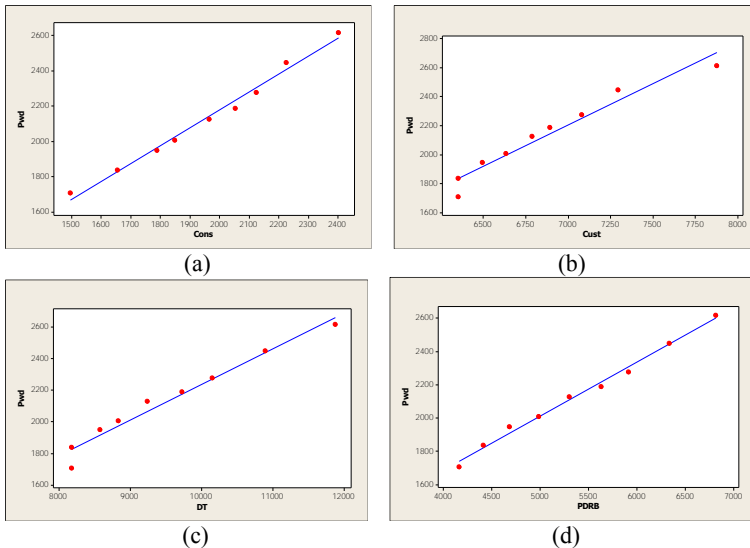
## **4.2 Pola Hubungan Antar Variabel**

### **4.2.1 Pola Hubungan Antara Produksi Listrik dengan Jumlah Pelanggan, Konsumsi Listrik, Daya Terpasang, dan PDRB**

Pola hubungan antara variabel endogen dengan variabel eksogen dapat diketahui dengan melihat diagram pencar data (*scatterplot*). Pola diagram pencar atau *scatterplot* untuk variabel produksi listrik terhadap variabel-variabel yang mempengaruhinya.

Dari Gambar 4.5 diketahui bahwa pola hubungan antara produksi listrik dengan konsumsi listrik memiliki korelasi 0.999 yang berarti produksi listrik memiliki hubungan yang positif dengan konsumsi listrik. Daya terpasang memiliki nilai korelasi 0.993 dan jumlah pelanggan memiliki korelasi sebesar 0.985 terhadap produksi listrik.

Variabel PDRB juga memiliki pola hubungan yang positif dengan variabel indikator produksi listrik. Hal ini berarti baik variabel konsumsi listrik, jumlah pelanggan, daya terpasang, dan PDRB berpengaruh terhadap jumlah produksi listrik di Jawa Tiimur selama Tahun 2003 sampai tahun 2014. Pola hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5.



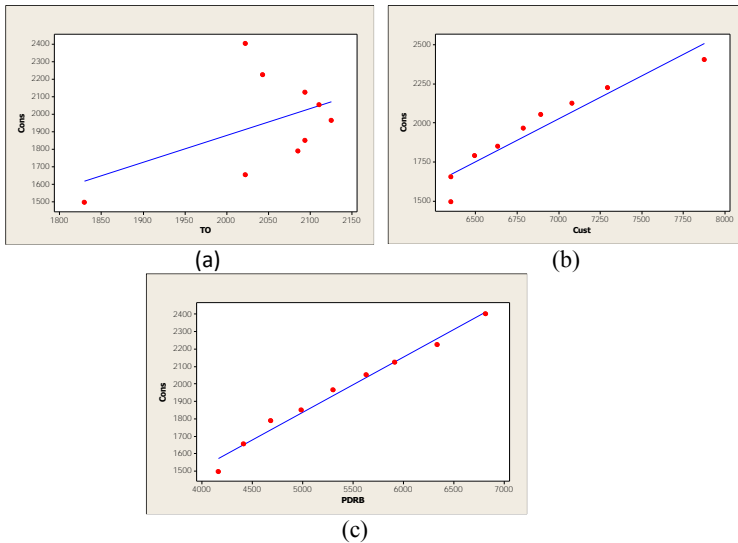
**Gambar 4.5** Produksi Listrik (Pw) dengan (a) Konsumsi Listrik (Cons), (b) Jumlah Pelanggan (Cust), (c) Daya Terpasang (DT), dan (d) PDRB

#### 4.2.2 Pola Hubungan antara Konsumsi Listrik dengan Jam Nyala, Jumlah Pelanggan, dan PDRB

Konsumsi listrik dipengaruhi oleh variabel jam nyala, jumlah pelanggan, dan produksi listrik. Pola hubungan antara konsumsi listrik dan variabel eksogennya dapat dilihat dengan menggunakan diagram pencar (*scatterplot*) pada Gambar 4.6.

Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat bahwa pola hubungan antara konsumsi listrik terhadap jumlah pelanggan membentuk pola linear dengan nilai korelasi 0.968 karena semakin banyak jumlah pelanggan maka semakin tinggi nilai konsumsinya. Hubungan antara konsumsi listrik terhadap PDRB juga membentuk pola linear dengan nilai korelasi 0.990. *Scatterplot* antara konsumsi listrik dengan jam nyala terlihat terbagi dua. Hal ini Karena pemakaian listrik pada waktu pagi, siang dan malam hari berbeda. Ditambah pula pada hari-hari biasa dan hari libur

nasional. Pola hubungan konsumsi listrik disajikan pada Gambar 4.6.



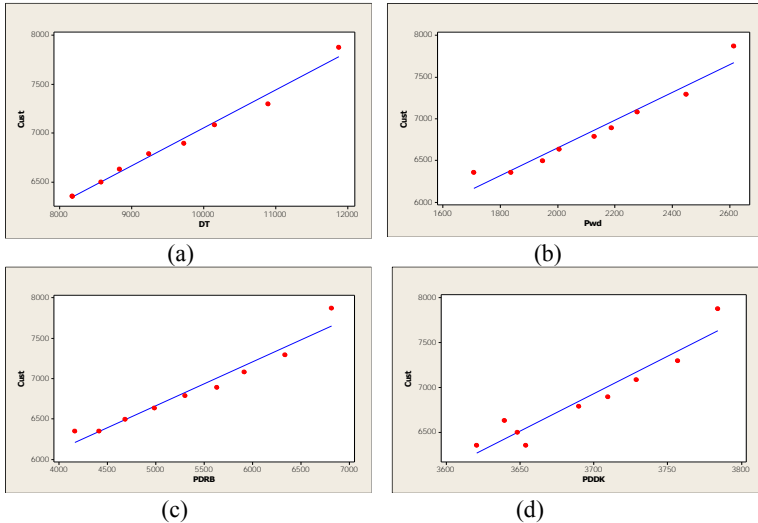
**Gambar 4.6** Konsumsi Listrik (Cons) dengan (a) Jam Nyala (TO), (b) Jumlah Pelanggan (Cust), dan (c) PDRB

#### 4.2.3 Pola Hubungan antara Jumlah Pelanggan dengan Daya Terpasang, Produksi Listrik, PDRB, dan Jumlah Penduduk

Jumlah Pelanggan diduga dipengaruhi oleh PDRB, jumlah pelanggan tahun sebelumnya dan jam nyala. Pola hubungan antara jumlah pelanggan dengan PDRB, jumlah pelanggan tahun sebelumnya, dan jam nyala dapat dilihat menggunakan diagram pencar (*scatterplot*) yang disajikan pada Gambar 4.7.

Dari Gambar 4.7 diketahui bahwa pola hubungan antara jumlah pelanggan dengan produksi listrik dan jumlah pelanggan tahun sebelumnya memiliki pola linear. Korelasi antara jumlah

pelanggan dengan produksi listrik yaitu 0.977 yang berarti memiliki korelasi yang signifikan antar variabel eksogen dan variabel endogennya. Pola hubungan tersebut disajikan pada Gambar 4.7.



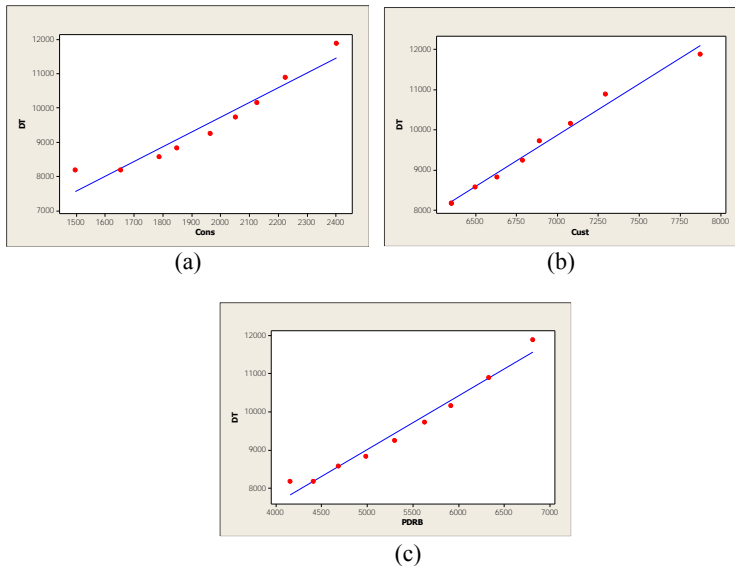
**Gambar 4.7** Jumlah Pelanggan (Cust) dengan (a) Daya Terpasang, (b) Produksi Listrik (c) PDRB, dan (d) Jumlah Penduduk

#### 4.2.4 Pola Hubungan antara Daya Terpasang dengan Konsumsi Listrik, Jumlah Pelanggan, dan PDRB

Daya terpasang dipengaruhi oleh PDRB dan daya terpasang tahun sebelumnya. Pola hubungan antara daya terpasang dan variabel eksogennya dapat dilihat menggunakan diagram pencar (*scatterplot*) pada Gambar 4.8.

Berdasarkan Gambar 4.8 terlihat bahwa pola hubungan antara daya terpasang dengan PDRB memiliki pola yang linear

dengan nilai adalah 0.975 yang berarti memiliki korelasi yang signifikan antar variabel eksogen dan endogennya.



**Gambar 4.8** Daya Terpasang (DT) dengan (a) Konsumsi Listrik (Cons), (b) Jumlah Pelanggan (Cust), dan (c) PDRB

### 4.3 Deteksi Multikolinieritas

Asumsi yang harus dipenuhi yaitu tidak adanya kasus multikolinieritas atau hubungan linier antar variabel independen. Salah satu cara untuk mendeteksi adanya multikolinieritas yaitu meregresikan variabel endogen dan eksogennya dan melihat dari nilai koefisien determinasi dan signifikansinya. Untuk mengetahui multikolinieritas dapat melihat dari nilai VIF. Apabila nilai VIF berada pada angka  $> 10$  maka telah terjadi multikolinieritas. Dari hasil pengdeteksian yang diperoleh pada lampiran, bahwa tidak ada nilai VIF yang lebih besar dari 10.

#### 4.4 Identifikasi Persamaan Simultan Model Produksi Listrik Jawa Timur

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap produksi listrik di Jawa Timur yang diestimasi dengan metode *Three Stage Least Square* (3SLS).

Sebelum melakukan estimasi parameter dengan persamaan simultan perlu dilakukan identifikasi model. Suatu persamaan dapat dikatakan teridentifikasi apabila model memenuhi kondisi *identified* (*orde identified* atau *exactly identified*).

**Tabel 4.2** Identifikasi Persamaan Simultan dengan  
*Orde Condition*

Persamaan	m	k	K	$K-k \geq m-1$	Identified
<b>Pwd</b>	1	1	7	Ya	<i>over identified</i>
<b>Cons</b>	1	1	7	Ya	<i>over identified</i>
<b>Cust</b>	1	1	7	Ya	<i>over identified</i>
<b>DT</b>	1	1	7	Ya	<i>over identified</i>

Keterangan: m= jumlah variabel endogen pada persamaan struktural  
 k= jumlah variabel eksogen pada persamaan struktural  
 K= jumlah persamaan eksogen dalam sistem beserta *intercept* nya

Permasalahan yang sering dihadapi dalam persamaan simultan adalah bahwa koefisien dari persamaan bentuk tereduksi tidak selalu dapat mengidentifikasikan semua koefisien dari seluruh parameter yang ada dalam persamaan struktural. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa masing-masing persamaan struktural merupakan persamaan yang *over identified*, sehingga metode estimasi 2SLS dan 3SLS dapat digunakan. Setelah dilakukan identifikasi model, langkah selanjutnya adalah mengestimasi bentuk tereduksi dengan meregresikan variabel endogen terhadap seluruh variabel *predetermined* dalam sistem.

#### 4.4.1 Hasil Estimasi dan Pengujian Model Produksi Listrik Jawa Timur

Dengan menggunakan penduga 2SLS dan 3SLS dari hasil *output* program SAS disajikan pada Tabel 4.3. Tabel 4.3 menunjukkan perbedaan penduga dari estimasi 2SLS dan 3SLS. Dalam model pendugaan ini digunakan metode 3SLS karena memiliki nilai galat baku yang lebih kecil.

**Tabel 4.3** Nilai dugaan parameter dengan metode 2SLS dan 3SLS

Persamaan Struktural	Koefisien		Galat Baku	
	2SLS	3SLS	2SLS	3SLS
<b>Produksi Listrik (Pwd)</b>				
<b>Intercept</b>	-673.71	-791.369	190.485	137.6135
<b>PDRB</b>	0.0857	0.0653	0.0329	0.0237
<b>Cust</b>	0.3419	0.3737	0.0482	0.0325
<b>Konsumsi Listrik (Cons)</b>				
<b>Intercept</b>	-658.142	-767.351	209.653	170.3203
<b>Cust</b>	0.2919	0.3215	0.0531	0.0415
<b>PDRB</b>	0.115	0.0961	0.0362	0.0294
<b>Jumlah Pelanggan (Cust)</b>				
<b>Intercept</b>	2182.698	2137.118	293.5129	241.5453
<b>Pwd</b>	2.5651	2.6425	0.3768	0.2486
<b>PDRB</b>	-0.1411	-0.1647	0.1193	0.0825
<b>Daya Terpasang (DT)</b>				
<b>Intercept</b>	-5897.02	-6201.46	580.1613	469.5191
<b>Cust</b>	2.2156	2.298	0.1469	0.1143
<b>PDRB</b>	0.0346	-0.0181	0.1003	0.0811

Hasil estimasi persamaan struktural dari produksi listrik (Pwd) dengan menggunakan estimasi 3SLS disajikan pada Tabel 4.4. Variabel-variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah



produksi listrik Jawa Timur berdasarkan Tabel 4.4 adalah nilai PDRB dan variabel Jumlah Pelanggan (Cust). Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa koefisien indikator PDRB berpengaruh positif dan signifikan secara statistik. Dengan nilai koefisien determinasi yaitu 0.968. Hasil estimasi persamaan Produksi Listrik (Pwd) disajikan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Estimasi Persamaan Struktural  
Produksi Listrik (Pwd) Dengan 3SLS

<b>Persamaan Struktural</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Standard Error</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>
<b>Produksi Listrik (Pwd)</b>				
<b>Intercept</b>	-791.369	137.6135	-5.75	0.0002
<b>PDRB</b>	0.0653	0.023749	2.75	0.0204
<b>Cust</b>	0.3737	0.032490	11.50	<.00001

Variabel yang signifikan mempengaruhi konsumsi listrik (Cons) di Jawa Timur yaitu PDRB dan Jumlah Pelanggan (Cust). Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa koefisien indikator PDRB dan Jumlah Pelanggan (Cust) berpengaruh positif dan signifikan secara statistik. Dengan nilai koefisien determinasi 0.973. Hasil estimasi persamaan Konsumsi Listrik (Cons) disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Estimasi Persamaan Struktural  
Konsumsi Listrik (Cons) dengan 3SLS

<b>Persamaan Struktural</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Standard Error</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>
<b>Konsumsi Listrik (Cons)</b>				
<b>Intercept</b>	-767.351	170.3203	-4.51	0.0011
<b>Cust</b>	0.3215	0.041517	7.74	<.0001
<b>PDRB</b>	0.0961	0.029413	3.27	0.0085

Variabel-variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah pelanggan listrik (Cust) Jawa Timur berdasarkan Tabel 4.6 adalah nilai PDRB dan variabel Produksi Listrik (Pwd). Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa koefisien indikator produksi listrik

(Pwd) berpengaruh positif dan signifikan secara statistik. Dan variabel indikator PDRB berpengaruh secara statistik pada taraf nyata 10%. Dengan nilai koefisien determinasi yaitu 0.972. Hasil estimasi persamaan Jumlah Pelanggan (Cust) disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Hasil Estimasi Persamaan Struktural  
Jumlah Pelanggan (Cust) dengan 3SLS

<b>Persamaan Struktural</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Standard Error</b>	<b><i>t-value</i></b>	<b><i>p-value</i></b>
<b>Jumlah Pelanggan (Cust)</b>				
<b>Intercept</b>	2137.118	241.5453	8.85	<.0001
<b>Pwd</b>	2.6425	0.248648	10.63	<.0001
<b>PDRB</b>	-0.1647	0.082471	-2.00	0.0738

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa indikator jumlah pelanggan (Cust) berpengaruh positif dan signifikan secara statistik terhadap daya terpasang (DT). Nilai koefisien determinasi dari persamaan daya terpasang (DT) yaitu 0.986. Hasil estimasi persamaan Daya Terpasang (DT) disajikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Hasil Estimasi Persamaan Struktural  
Daya Terpasang (DT) dengan 3SLS

<b>Persamaan Struktural</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Standard Error</b>	<b><i>t-value</i></b>	<b><i>p-value</i></b>
<b>Daya Terpasang (DT)</b>				
<b>Intercept</b>	-6201.46	469.5191	-13.21	<.0001
<b>Cust</b>	2.298	0.114346	20.10	<.0001
<b>PDRB</b>	-0.0181	0.081079	-0.22	0.8278

#### 4.4.2 Hasil Deteksi Asumsi Klasik

Pendeteksian asumsi antara lain deteksi normalitas, multikolinearitas, deteksi autokorelasi dan deteksi heterokedastisitas.

**a. Asumsi Residual berdistribusi normal**

Deteksi normalitas pada residual dapat dilakukan dengan deteksi *Kolmogrov-Smirnov* dengan hipotesis yang disajikan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Hasil Deteksi *Kolmogrov-Smirnov*

Persamaan	P-Value	Keterangan
Produksi Listrik	>0.150	Gagal Tolak $H_0$
Konsumsi Listrik	0.075	Gagal Tolak $H_0$
Jumlah Pelanggan	>0.150	Gagal Tolak $H_0$
Daya Terpasang	>0.150	Gagal Tolak $H_0$

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa *p-value* dari masing-masing persamaan lebih dari alfa (0.05). Dengan tingkat signifikansi 5% maka gagal tolak  $H_0$ . Sehingga dapat disimpulkan residual berdistribusi normal dan memenuhi asumsi residual berdistribusi normal.

**b. Asumsi Residual Identik**

Deteksi heterokedastisitas dapat dilakukan dengan Uji Glejser yaitu dengan meregresikan nilai mutlak residual dengan variabel endogen. Hasil regresi Uji Glejser ditunjukkan pada Tabel 4.9

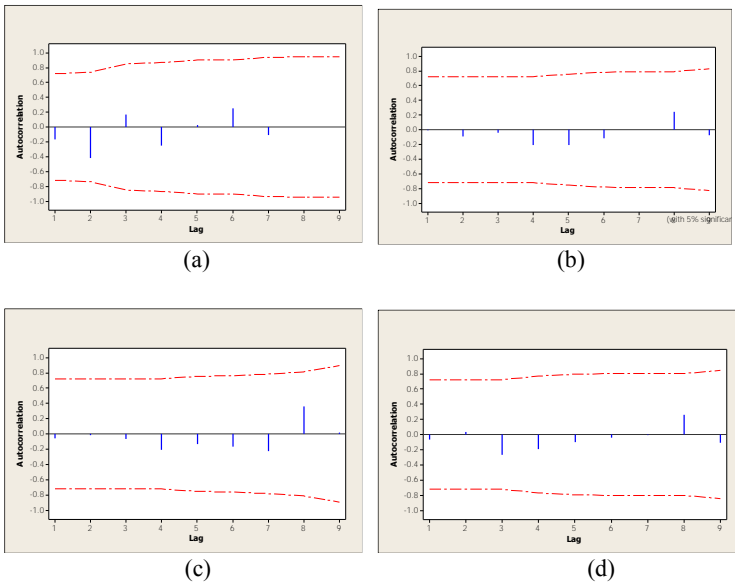
**Tabel 4.9** Hasil Uji Glejser

Persamaan	Variabel Eksogen	P-Value
<b>Produksi Listrik</b>	Produksi Listrik Ramal	0.364
<b>Konsumsi Listrik</b>	Konsumsi Listrik Ramal	0.507
<b>Jumlah Pelanggan</b>	Jumlah Pelanggan Ramal	0.241
<b>Daya Terpasang</b>	Daya Terpasang Ramal	0.068

Berdasarkan Tabel 4.9 yang dapat diketahui bahwa *p-value* dari variabel pada ketiga persamaan konsumsi dan daya terpasang lebih dari alpha (0,05). Dengan signifikansi 5% maka gagal tolak  $H_0$  dan dapat disimpulkan bahwa persamaan ketiganya memenuhi asumsi residual identik.

### c. Asumsi Residual Independen

Untuk mendeteksi adanya kasus autokorelasi pada residual bisa menggunakan deteksi fungsi autokorelasi. Apabila hasil dari plot ACF residual tidak ada yang keluar maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kasus autokorelasi. Dari Plot ACF tidak ada persamaan yang menunjukkan lag keluar, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus autokorelasi. Asumsi residual bersifat identik terpenuhi.



**Gambar 4.9** (a) Plot ACF Residual Produksi Listrik (b) Plot ACF Residual Konsumsi (c) Plot ACF Residual Jumlah Pelanggan (d) Plot ACF Residual Daya Terpasang

### 4.4.3 Koefisien Determinasi

Nilai dari koefisien determinasi persamaan struktural variabel produksi listrik, konsumsi listrik, jumlah pelanggan, dan

daya terpasang menggunakan estimasi 3SLS disajikan pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Koefisien Determinasi Persamaan Struktural Dengan 3SLS

Variabel	Koefisien Determinasi
Produksi Listrik (PwD)	0.984
Konsumsi Listrik (Cons)	0.973
Jumlah Pelanggan (Cust)	0.972
Daya Terpasang (DT)	0.993

#### 4.4.4 Interpretasi, Evaluasi, dan Validasi Peramalan Model Produksi Listrik Jawa Timur

- a. Hasil Estimasi Persamaan Struktural Produksi Listrik (PwD) Dengan 3SLS

Berdasarkan Tabel 4.10 maka model persamaan produksi listrik (PwD) dapat dituliskan seperti berikut.

$$\widehat{PwD} = -791.369 + 0.0653PDRB + 0.03737Cust$$

Dapat dilihat bahwa koefisien indikator PDRB dan Jumlah Pelanggan (Cust) berpengaruh positif dan signifikan secara statistik. Apabila terjadi peningkatan jumlah pelanggan (Cust) satu satuan pelanggan, maka akan menyebabkan peningkatan produksi listrik (PwD) sebesar rata-rata 0,3737 GW. Setiap kenaikan seratus juta PDRB maka akan meningkatkan jumlah produksi listrik (PwD) sebesar rata-rata 0,0653 MW. Kenaikan PDRB di Jawa Timur akan mengakibatkan terjadinya kenaikan jumlah pelanggan. Dengan kata lain jumlah pelanggan listrik akan menyebabkan pertumbuhan produksi listrik. Hal ini sudah sesuai dengan teori yang menyatakan hubungan positif antara variabel indikator PDRB terhadap produksi listrik dan jumlah pelanggan terhadap produksi listrik.

b. Hasil Estimasi Persamaan Struktural Konsumsi Listrik (Cons) dengan 3SLS

Berdasarkan Tabel 4.5 maka model persamaan konsumsi listrik (Cons) dapat dituliskan seperti berikut.

$$\widehat{Cons} = -767.351 + 0.3215Cust + 0.0961PDRB$$

Diperlihatkan bahwa koefisien indikator Jumlah pelanggan (Cust) dan PDRB berpengaruh positif dan signifikan secara statistik. Apabila terjadi peningkatan jumlah pelanggan (Cust) satu satuan pelanggan maka akan menyebabkan kenaikan jumlah konsumsi listrik (Cons) sebesar rata-rata 0,3215 GWh. Hasil ini sesuai bahwa semakin banyak jumlah pelanggan (Cust) maka akan semakin meningkat jumlah pemakaian listrik (Cons).

Selain itu ada indikator PDRB yang juga berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap konsumsi listrik. Jika PDRB naik satu satuan rupiah maka akan meningkatkan jumlah konsumsi listrik sebesar rata-rata 0,0961 GWh. Ini berarti antara jumlah pelanggan dan PDRB memiliki hubungan yang positif terhadap nilai konsumsi yang sesuai dengan teori

c. Hasil Estimasi Persamaan Struktural Jumlah Pelanggan (Cust) dengan 3SLS

Berdasarkan Tabel 4.6 maka model persamaan jumlah pelanggan listrik (Cust) dapat dituliskan seperti berikut.

$$\widehat{Cust} = 2137.118 + 2.6425Pw$$

Diperlihatkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara PDRB dan jumlah produksi listrik (Pw). Indikator PDRB berpengaruh secara signifikan pada taraf nyata 10% terhadap jumlah pelanggan (Cust). Apabila terjadi peningkatan produksi listrik (Pw) sebesar satu satuan MW maka akan menyebabkan peningkatan jumlah pelanggan (Cust) sebesar rata-rata 2,6425 satu

satuan pelanggan. Secara teori, banyaknya jumlah pelanggan dan produksi listrik memiliki hubungan yang positif.

- d. Hasil Estimasi Persamaan Struktural Daya Terpasang (DT) dengan 3SLS

Berdasarkan Tabel 4.7 maka model persamaan daya terpasang (DT) dapat dituliskan seperti berikut.

$$\widehat{DT} = -6201.46 + 2.2980Cust - 0.0181PDRB$$

Apabila terjadi peningkatan satu satuan pelanggan maka akan meningkatkan jumlah daya terpasang (DT) sebesar rata-rata 2,2980 KVA. Banyaknya jumlah pelanggan (Cust) akan mempengaruhi nilai daya terpasang (DT) setiap pelanggan listrik. Tingginya jumlah pelanggan juga akan menyebabkan tingginya daya terpasang. Jumlah pelanggan akan mengikuti pola daya terpasang yang dibutuhkan. Sesuai teori, penambahan daya terpasang dilakukan apabila terjadi penambahan jumlah pelanggan.

Data dari tahun 2003-2014 dibagi menjadi dua yaitu data *insample* dan data *outsample*. Data *insample* diambil dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2011. Sedangkan data *outsample* meliputi data dari tahun 2012 sampai dengan data tahun 2014.

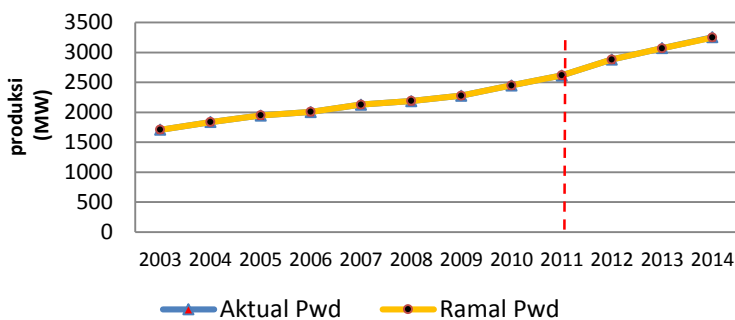
Nilai *insample* data aktual dan data hasil peramalan model produksi listrik dengan metode 3SLS disajikan pada Tabel 4.11. Dilakukan validasi kebaikan ramalan model pada data *outsample* dari tahun 2012 sampai 2014 yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Grafik pada Gambar 4.10 merupakan hasil dari fungsi gabungan nilai ramalan jumlah pelanggan terhadap produksi listrik dengan memakai waktu amatan dari tahun 2003 sampai dengan 2011. Dengan membandingkan hasil terhadap data aktual maka dapat diperoleh seperti pada Gambar 4.10. Untuk grafik di tahun 2012 sampai dengan tahun 2014 didapat dari model nilai produksi hasil estimasi 3SLS. Dari grafik yang diperoleh dapat

dikatakan bahwa hasil pemodelan yang didapat melalui model simultan dengan estimasi *Three Stage Least Square* (3SLS) sudah sesuai.

**Tabel 4.11.** Nilai *Insample* Data Aktual dan Hasil Peramalan Model Produksi Listrik

	Produksi Aktual	Produksi Ramal
2003	1706.293	1853.7872
2004	1835.804	1870.4469
2005	1946.806	1941.6474
2006	2005.479	2011.9615
2007	2126.33	2091.1083
2008	2187.198	2151.3453
2009	2276.649	2240.8176
2010	2446.983	2348.6527
2011	2615.172	2596.8546
2012	2882.448	2850.018
2013	3070.405	3116.74
2014	3252.510	3322.097



**Gambar 4.10** Nilai Ramalan dan Aktual Produksi Listrik (PwD) Tahun 2003-2014

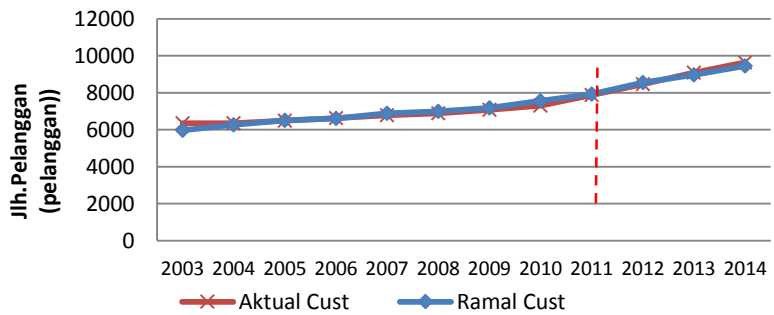


Nilai *insample* data aktual dan data hasil peramalan model jumlah pelanggan listrik dengan metode 3SLS disajikan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12.** Nilai *Insample* Data Aktual dan Hasil Peramalan Model Jumlah Pelanggan

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Pelanggan Aktual</b>	<b>Jumlah Pelanggan Ramal</b>
<b>2003</b>	6351.257	5961.496428
<b>2004</b>	6351.257	6261.728064
<b>2005</b>	6494.711	6510.734107
<b>2006</b>	6630.194	6616.15911
<b>2007</b>	6786.420	6883.168731
<b>2008</b>	6890.251	6989.990573
<b>2009</b>	7079.390	7179.004981
<b>2010</b>	7295.010	7560.401574
<b>2011</b>	7875.039	7925.61234
<b>2012</b>	8462.380	8547.046046
<b>2013</b>	9087.498	8960.264436
<b>2014</b>	9642.010	9446.219396

Dilakukan validasi kebaikan ramalan model pada data *outsample* jumlah pelanggan dari tahun 2012 sampai 2014 yang ditunjukkan pada Gambar 4.11. Dari gambar 4.10 dan Gambar 4.11 menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan data aktual dari produksi listrik dan jumlah pelanggan listrik di tahun 2003-2014 tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil ramalan dapat menggambarkan nilai yang sebenarnya. Hal ini berarti model yang didapat dari penggunaan estimasi 3SLS sudah sesuai.



**Gambar 4.11** Nilai Ramalan dan Aktual Jumlah Pelanggan listrik (Cust) Tahun 2003-2014

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

**Lampiran 1.** Data Pengamatan Asli

Tahun	Pwd	Cons	Cust	DT	PDRB	Jlh Penduduk
2003	17062.93	14955.1	6351257	8175.79	415625482	36206060
2004	18358.04	16535.61	6351257	8175.79	441126291	36535527
2005	19468.06	17875.46	6494711	8572.12	468048469	36481779
2006	20054.79	18482.38	6630194	8828.22	498173000	36390600
2007	21263.3	19639.73	6786420	9241.91	529952000	36895571
2008	21871.98	20523.34	6890251	9722.62	562759000	37094836
2009	22766.49	21249.24	7079390	10148.56	591515000	37286246
2010	24469.83	22249	7295010	10891.3	633230000	37565706
2011	26151.72	24018.69	7875039	11877.92	681340169	37840657
2012	28824.48	26910.19	8462380	13171.02	732861752	38106590
2013	30704.05	28708.1	9087498	14368.25	783526796	38363195
2014	32525.1	30523.99	9642010	15501.29	780650791	38610202



## Lampiran 2. Hasil Estimasi 2SLS Dengan Program SAS

### The SYSLIN Procedure Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRODUKSI  
Dependent Variable Pwd  
Label Listrik Bangkit

Root MSE	64.49814	R-Square	0.98683
Dependent Mean	2306.37462	Adj R-Sq	0.98420
Coeff Var	2.79652		

#### Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable Label
Intercept	1	-673.710	190.4853	3.54	0.0054	Intercept
PDRB	1	0.085699	0.032923	2.60	0.0264	PDRB
Cust	1	0.341869	0.048242	7.09	<.0001	Jlh.Plgn

### The SYSLIN Procedure Two-Stage Least Squares Estimation

Model KONSUMSI  
Dependent Variable Cons  
Label Konsumsi Listrik

Root MSE	70.98814	R-Square	0.98354
Dependent Mean	2122.74538	Adj R-Sq	0.98025
Coeff Var	3.34417		

#### Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable Label
Intercept	1	-658.142	209.6526	-3.14	0.0105	Intercept
Cust	1	0.291946	0.053097	5.50	0.0003	Jlh.plgn
PDRB	1	0.114996	0.036236	3.17	0.0099	PDRB

## Lampiran 2. (Lanjutan)

### The SYSLIN Procedure Two-Stage Least Squares Estimation

Model JLH\_PLAN  
Dependent Variable Cust  
Label Jumlah Pelanggan

Root MSE	183.92210	R-Square	0.97707
Dependent Mean	7302.19515	Adj R-Sq	0.97248
Coeff Var	2.51872		

Parameter Estimates						
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable Label
Intercept	1	2182.698	293.5129	7.44	<.0001	Intercept
Pwd	1	2.565070	0.376822	6.81	<.0001	Prdk Ltrk
PDRB	1	-0.14112	0.119267	1.18	0.2641	PDRB

### The SYSLIN Procedure Two-Stage Least Squares Estimation

Model DAYA\_TER  
Dependent Variable DT  
Label Daya Terpasang

Root MSE	196.44204	R-Square	0.99488
Dependent Mean	10477.0462	Adj R-Sq	0.99385
Coeff Var	1.87498		

Parameter Estimates						
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable Label
Intercept	1	-5897.02	580.1613	-10.16	<.0001	Intercept
Cust	1	2.215606	0.146932	15.08	<.0001	Jlh.Plgn
PDRB	1	0.034599	0.100274	0.35	0.7372	PDRB

Lampiran 3. Hasil Estimasi 3SLS Dengan Program SAS

Model PRODUKSI  
Dependent Variable Pwd  
Label Listrik Bangkit

The SAS System  
The SYSLIN Procedure  
Three-Stage Least Squares Estimation

Parameter Estimates

Variable		Parameter		Standard		
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t	Label
Intercept	1	-791.369	137.6135	-5.75	0.0002	Intercept
PDRB	1	0.065330	0.023749	2.75	0.0204	PDRB
Cust	1	0.373726	0.032490	11.50	<.0001	Jl.Plgn

Model KONSUMSI  
Dependent Variable Cons  
Label Konsumsi Listrik

Parameter Estimates

Variable		Parameter		Standard		
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t	Label
Intercept	1	-767.351	170.3203	-4.51	0.0011	Intercept
Cust	1	0.321515	0.041517	7.74	<.0001	Jl.Plgn
PDRB	1	0.096089	0.029413	3.27	0.0085	PDRB





#### Lampiran 4. Hasil Deteksi Pelanggaran Asumsi Residual Identik

Produksi Listrik.

##### Regression Analysis: abso resi\_pwd versus FITS PWD

The regression equation is

$$\text{abso pwd} = -9.0 + 0.0097 \text{ FITS PWD (Y1)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-9.01	21.17	-0.43	0.682
FITS PWD	0.00970	0.01009	0.96	0.364

Konsumsi Listrik.

##### Regression Analysis: abso resi\_cons versus FITS CONS

The regression equation is

$$\text{abso cons} = 119 - 0.0350 \text{ FITS CONS (Y2)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	118.85	96.93	1.23	0.255
FITS CONS (Y2)	-0.03505	0.05047	-0.69	0.507

Jumlah Pelanggan.

##### Regression Analysis: abso resi\_cust versus FITS CUST

The regression equation is

$$\text{abso cust(Y3)} = -266 + 0.0510 \text{ FITS CUST (Y3)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-266.2	273.6	-0.97	0.359
FITS CUST	0.05101	0.04028	1.27	0.241

Daya Terpasang.

##### Regression Analysis: abso resi\_DT versus FITS DT

The regression equation is

$$\text{Abso dt} = -163 + 0.0310 \text{ FITS DT (Y4)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-163.3	138.0	-1.18	0.271
FITS DT	0.03101	0.01468	2.11	0.068

### Lampiran 5. Koefisien Determinasi

Variabel	Nilai Awal	Nilai Ramalan	Koef. Determ	Variabel	Nilai Awal	Nilai Ramalan	Koef. Determ	Variabel	Nilai Awal	Nilai Ramalan	Koef. Determ
Produksi (Pwd)	1706.293	1853.787	0,984	Jumlah Pelanggan (Cust)	6351.257	5961.496	0,972	Daya Terpasang (DT)	8175.7861	8318.696	0,993
	1835.804	1870.447			6351.257	6261.728			8175.7861	8314.078	
	1946.806	1941.647			6494.711	6510.734			8572.1155	8638.866	
	2005.479	2011.961			6630.194	6616.159			8828.2196	8944.756	
	2126.33	2091.108			6786.420	6883.169			9241.9085	9298.015	
	2187.198	2151.345			6890.251	6989.991			9722.6249	9530.682	
	2276.649	2240.818			7079.390	7179.005			10148.56	9960.123	
	2446.983	2348.653			7295.010	7560.402			10891.305	10448.073	
	2615.172	2596.855			7875.039	7925.612			11877.915	11772.289	

**Lampiran 5. (Lanjutan)**

Variabel	Nilai Awal	Nilai Ramalan	Koef. Determ
Konsumsi (Cons)	1495.51	1674.044	0,973
	1653.561	1698.547	
	1787.546	1770.539	
	1848.238	1843.046	
	1963.973	1923.811	
	2052.334	1988.718	
	2124.924	2077.160	
	2224.9	2186.569	
	2401.869	2419.285	

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya ialah:

1. a. Dari data yang telah dianalisa, bahwa keadaan listrik di Jawa Timur sangat tinggi dari segi kebutuhannya. Dari tahun 2003 hingga tahun 2014 terus mengalami peningkatan baik dari segi jumlah pelanggan, konsumsi, daya terpasang, dan produksi listrik di Jawa Timur.  
b. Selama periode 2003-2014 produksi energi listrik di Jawa Timur semakin meningkat. Hal ini menggambarkan bahwa semakin meningkatnya kegiatan produksi dan pertumbuhan ekonomi di daerah Kabupaten Kota di Jawa Timur. Dan juga semakin tingginya angka pertumbuhan penduduk setiap tahunnya yang berpengaruh terhadap konsumsi atau kebutuhan listrik di Jawa Timur.
2. a. Metode 3SLS memiliki keberartian model yang lebih baik daripada metode 2SLS sehingga lebih cocok untuk menjelaskan pengaruh kebutuhan listrik dan indikator-indikator yang mempengaruhinya.  
dan hubungan antar peubah.  
b. Model simultan metode 3SLS menghasilkan penduga variabel produksi listrik, konsumsi listrik, dan daya terpasang secara signifikan dipengaruhi oleh variabel jumlah pelanggan dan PDRB. Dan variabel jumlah pelanggan dipengaruhi oleh variabel produksi listrik dan PDRB pada taraf signifikansi 10%. Variabel PDRB menjadi variabel yang berpengaruh terhadap keempat model tersebut.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis serta kesimpulan diatas, maka dapat dirumuskan saran untuk penyempurnaan berkelanjutan dari hasil penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan pemodelan, dapat menjadi tambahan informasi bagi pihak PT. PLN dalam mengambil kebijakan untuk ketersediaan energi listrik di Jawa Timur.
2. Model produksi listrik yang diperoleh belum bisa menangkap variabel indikator konsumsi listrik sebagai variabel yang berpengaruh. Sehingga disarankan untuk menambah data amatan agar terbebas dari pelanggaran asumsi.
3. Penelitian berikutnya dapat menggunakan variabel indikator tambahan seperti faktor ketersediaan pembangkit dan investasi yang dapat mendorong peningkatan produksi energi listrik di Jawa Timur.
4. Pada penelitian ini efek spasial belum dimodifikasi. Disarankan untuk penelitian selanjutnya efek spasial perlu diakomodasi dalam pemodelan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ainul F.K. (2014). *Analisis Ekonometrika Model Pendapatan Nasional Indonesia Dengan Pendekatan Persamaan Sistem Simultan*. Skripsi, ITS, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. *Jawa Timur Dalam Angka 2015*. BPS Provinsi Jawa Timur. (2015). Surabaya.
- Bekti, R. (2014). *Model Persamaan Simultan Pada Analisis Hubungan Kemiskinan Dan PDRB*. Jurnal. Binus University.
- Bilgil, M. & Sahin, B. (2010). *Electric Energy Demands of Turkey in Residential And Industrial Sectors*. Journal. Cukurova University. Turkey.
- Criqui, P. (2011). *European Climate-Energy Security Nexus: A Model Based Scenario Analysis*. Universite de Grenoble. France.
- Draper N.R. dan Smith H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Kedua. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fadillah. M. (2015). *Analisis Prakiraan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan*, Jurnal, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Ghozali, I. (2013). *Analisis Multivariat Dan Ekonometrika*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Gujarati D. (2006). *Basic Econometrics Analysis*. Third Edition. Prentice Hall. New Jersey.
- Kankal, M & Akpinar. A. (2010). *Modelling and Forecasting of Turkey's energy consumption Using Socio-Economic and Demographic Variables*. Journal. Karadeniz Technical University. Turkey.
- Kurniawan, Deny. 2008. *Regresi Linier (Linear Regression)*: Forum Statistika.
- Liu, I.Q. (2011). *Forecasting Of Electricity Consumption*. Journal. National University of Singapore.

- Marchetti, D. (1998). *Energy Consumption, Survey Data and The Prediction of Industrial Production in Italy*. Banca D'Italia. Italy.
- Muchlis, M (2003). *Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003 s.d 2020*. Jurnal.
- Panella, P & Barccellona, F (2012). *Forecasting Enery Comodity Prices Using Neural Networks*. Sapienza University of Rome. Italy.
- Perusahaan Listrik Negara (PLN) Provinsi Jawa Timur. (2015). Surabaya.
- Pramana, I. (2010). *Analisis Permintaan Listrik Rumah Tangga 900 VA di Kabupaten Karanganyar*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Setiawan & Kusriani, D E. (2010). *Ekonometrika*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Sparrow, F.T. (2013). *General Training Manual For The Purdue Long-Term Electricity Trading Model*. Ed.2.4. Purdue University.
- Suganthi. (2011). *Energy Models For Demand Forecasting-A review*. Journal. Anna University. India.
- Supranto, J.(1984). *Ekonometrik*. Edisi Kedua. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.Jakarta
- Widarjono A. (2007). *Ekonometrika Teori Dan Aplikasi Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Edisi Kedua. Ekonesia. Yogyakarta
- Wulandarai, S. (2010). *Penerapan Metode 2SLS Pada Model Persamaan Simultan Untuk Persamaan Pendapatan Nasional dan Peredaran Uang*. Skripsi, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Yunianto, W. (2015). *Pemodelan Persamaan Simultan Dengan Metode Pendugaan 2SLS Dan 3SLS Untuk Kesejahteraan Nelayan Di Indonesia*. Jurnal. Institut Pertanian Bogor.



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Kristina Erny L. Manik, lahir di Medan, Sumatera Utara 18 Maret 1992. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Sahat Manik dan Ibu Normaida Siregar. Penulis selama menjalani pendidikan bertempat tinggal di Asrama Mahasiswa ITS Blok D Kampus ITS Sukolilo, Surabaya.

Penulis mulai masuk kuliah pada tahun 2010 pada jenjang D3 Statistika di Universitas Sumatera Utara (USU).

Setelah lulus penulis melanjutkan studi S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) melalui program Lintas Jalur. Selama masa perkuliahan di USU penulis mendapat beasiswa Bidik Misi. Penulis aktif di beberapa organisasi kampus. diantaranya PEMA USU (Pemerintahan Mahasiswa), GAMADIKSI (Keluarga Penerima Beasiswa Bidik Misi) USU, KMK (Keluarga Mahasiswa Katholik) USU, IAC (ITS Astronomy Club) ITS, KMK (Keluarga Mahasiswa Katholik) ITS, MBP (Mahasiswa Bona Pasogit) ITS. Penulis juga selama masa perkuliahan pernah menjadi ketua dalam beberapa organisasi dan kepanitiaan. Diantaranya Ketua Divisi SENIOR (Seni dan Olahraga) PEMA USU, Ketua Divisi Humas Kepanitiaan Natal USU 2011, Koordinator Perwakilan Mahasiswa FMIPA di GAMADIKSI USU, Ketua Divisi Publikasi dalam Kepanitiaan PMB USU, Ketua Divisi Humas (Hubungan Masyarakat) dalam Kepanitiaan USU Expo, dan masih banyak lagi. Penulis memegang teguh prinsip “Keep Good Communication To The Other and Be The Good Leader”. Untuk info lebih lanjut dapat menghubungi penulis di alamat email [kristinaernylmanik@gmail.com](mailto:kristinaernylmanik@gmail.com). Salam Semangat!.